

ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR FORSCHUNG
DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN

10. Sitzung
am 7. Mai 1951
in Düsseldorf

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR FORSCHUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN

HEFT 10

H. Braun

Möglichkeiten und Grenzen
der Resistenzzüchtung

C. H. Dencker

Der Weg der Landwirtschaft von der
Energieautarkie zur Fremdenergie



Springer Fachmedien Wiesbaden

ISBN 978-3-663-00796-8 ISBN 978-3-663-02709-6 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-663-02709-6

Copyright 1952 by Springer Fachmedien Wiesbaden
Ursprünglich erschienen bei Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen 1952

INHALT

Prof. Dr. Hans *Braun*, Universität Bonn

Möglichkeiten und Grenzen der Resistenzzüchtung 7

Diskussionsbeiträge

von Prof. Dr. B. *Helferich*, Prof. Dr. H. *Braun*, Prof. Dr.
W. *Weizel*, Prof. Dr. A. *Esau*, Prof. Dr. med. E. *Lehnartz*,
Dr. H. *Kaiser*

Prof. Dr.-Ing. Carl Heinrich *Dencker*, Universität Bonn

Der Weg der Landwirtschaft von der Energieautarkie zur
Fremdenergie 40

Diskussionsbeiträge

von Minister *Lübke*, Regierungsrat *Winter*, Prof. Dr.
sc. pol. W. *Hoffmann*, Ministerialdirektor Dipl.-Ing.
L. *Brandt*, Prof. Dr.-Ing. E. *Flegler*, Prof. Dr. med.
H. W. *Knipping*, Prof. Dr. B. *Helferich*, Prof. Dr.-Ing.
C. H. *Dencker*

Möglichkeiten und Grenzen der Resistenzzüchtung

Professor Dr. Hans *Braun*, Universität Bonn

Ich bin der Anregung von Herrn Ministerialdirektor Brandt, über die Möglichkeiten und Grenzen der Resistenzzüchtung in diesem Kreise zu berichten, gern gefolgt, weil gerade dieses Thema besonders reizvoll erscheint und weil es sich bei der Resistenzzüchtung um eine Maßnahme handelt, die im allgemeinen als Krönung aller Maßnahmen im Kampf gegen das große Heer von Krankheiten und Schädlingen, von denen unsere Kulturpflanzen ständig bedroht sind, betrachtet wird. Diese Wertung der Resistenzzüchtung kann nicht überraschen. Der Gedanke muß naturgemäß verlockend erscheinen, durch den Anbau von Pflanzen, die widerstandsfähig gegen Krankheiten und Schädlinge sind, alle jene Maßnahmen zu ersparen, die wir sonst im Kampf gegen sie anwenden müssen. Ich brauche in dieser Beziehung nur daran zu erinnern, daß wir bei einem Anbau von etwa 1,1 Millionen Hektar Kartoffeln im Bundesgebiet allein bei der Bekämpfung gegen die Krautfäule mit einem Hektaraufwand von etwa 50,— DM rechnen, d. h. wir würden also durch den Anbau resistenter Sorten allein in diesem einen Falle an Bekämpfungsausgaben rund 50 Millionen DM sparen. Oder denken wir daran, daß wenn es — theoretisch — möglich wäre, Sorten anzubauen, die resistent gegen *alle* Krankheiten und Schädlinge sind, damit die Pflanzenschutzmittelindustrie brotlos würde. Dieser Wert der Resistenzzüchtung ist aber nun nicht nur theoretisch, sondern man muß in der Tat zugeben, daß sie auch sehr beachtliche, zum Teil aufsehenerregende Erfolge bereits erzielt hat. Dafür zunächst ein paar Beispiele.

Ende des vorigen Jahrhunderts fuhr der amerikanische Weizenzüchter Carlton in die Turgaier Steppe südöstlich des Urals, um dort eine Weizensorte zu finden, die durch den langjährigen Anbau in dem dortigen Trockengebiet hohe Dürre-resistenz erwarten ließ und infolgedessen die für den Anbau in den regenarmen Gegenden Nordamerikas sehr ungünstigen Wachstumsbedingungen besser als die heimischen Sorten auszunutzen versprach. Er brachte damals aus der Steppe den Hartweizen Kubanka mit und baute

ihn bei sich an. Die Farmer in Nordamerika standen zunächst diesem Weizen sehr ablehnend gegenüber, weil er qualitativ, insbesondere hinsichtlich der Back- und Mahlfähigkeit, wesentlich hinter ihren alten einheimischen Sorten, insbesondere Bluestem und Red Fife sehr zurückstand. Aber dann kam das Jahr 1904. Es brachte Nordamerika eine schwere Schwarzrostepidemie mit dem Erfolg, daß die alten einheimischen Sorten von dem Schwarzrost fast völlig vernichtet wurden, der Kubanka-Weizen dagegen völlig grün stehen blieb. Während Carlton geglaubt hatte, einen dürreresistenten Weizen mitgebracht zu haben, hatte er in Wirklichkeit einen Weizen gefunden, der nicht nur dürreresistent war, sondern auch resistent gegenüber dem Schwarzrost und von diesem nicht befallen wurde. Trotz dieses großen Erfolges, der die Züchter damals sehr nachdenklich machte, gingen die Farmer allmählich doch wieder bei dem längeren Ausbleiben des Rostes auf die alten qualitativ hochwertigen Sorten über und züchteten daneben neue Sorten, darunter die Weizensorte Marquis, bis das Jahr 1916 mit einer erneuten schweren Schwarzrost-Epidemie kam, wiederum alle Sorten zusammenbrechen ließ und nun nicht nur den Anlaß gab, worauf ich nachher noch zu sprechen kommen werde, den sogenannten Berberitzen-Feldzug zu eröffnen, der im Laufe von 20 Jahren zur Vernichtung von etwa 20 Millionen dieser Sträucher führte, die der Zwischenwirt des Schwarzrostes sind, sondern vor allem auch zur Folge hatte, daß man wiederum das Problem der Züchtung schwarzrostresistenter Sorten aufgriff, zunächst im sogenannten Ausleseverfahren, indem man die bestehenden Sorten auf ihre Anfälligkeit gegenüber dem Schwarzrost untersuchte und dabei eine Sorte auslas, die unter dem Namen Kota-Weizen nachher weite Verbreitung gefunden hat. Und dann ging man noch einen Schritt weiter und führte die sogenannte Kombinationszüchtung durch, bei der man Sorten, deren Resistenz man vorher festgestellt hatte, miteinander kombinierte und durch diese Kombination dann Sorten schuf, wie beispielsweise Hope, Ceres, Marquillo und Thatcher, von der die erstere sich besonders dadurch auszeichnete, daß sie nicht nur gegenüber dem Schwarzrost resistent war, sondern auch gegenüber dem Braunrost, dann gegenüber Stein- und Flugbrand, gegenüber dem Mutterkorn, gegenüber der Fußkrankheit und begrenzt sogar gegenüber dem Gelbrost. Also eine Sorte, die die Resistenz gegen die verschiedensten Krankheitserreger in sich vereinigte, ein zweifellos großer Erfolg.

Ähnlich sind die Erfolge auf dem Gebiet der Kartoffelresistenzzüchtung gewesen. Hier sei zunächst an eins der Schulbeispiele der Resistenzzüchtung überhaupt erinnert, den Kartoffelkrebs. Der Kartoffelkrebs ist etwa in den

70er Jahren erstmals in England gefunden worden. 20 Jahre später machte man dort die Beobachtung, daß die Sorte Snowdrop auf krebsverseuchtem Land nicht befallen wurde. Weitere derartige Beobachtungen haben dann dazu geführt, daß man im Ausleseverfahren in England allmählich bis zum Jahre 1910 14 krebsfeste d. h. vom Krebs nicht befallene Sorten fand. In Deutschland waren es bis zum Jahre 1912 erst 7. Und nun ging man einen Schritt weiter. Bisher hatte man die Prüfungen im Freiland auf krebsverseuchtem Land durchgeführt; jetzt verlegte man sie in das Laboratorium. Man arbeitete ein Verfahren aus, bei dem man künstlich mit Kartoffelkrebs infizierte, um das Ergebnis unabhängig von den Zufälligkeiten des Freilandes zu machen. Mit Hilfe dieses Verfahrens war es möglich, in Deutschland bis zum Jahre 1930 etwa 95 krebsfeste Sorten zu schaffen. Das Ergebnis dieser Entwicklung war, daß am 8. Oktober 1937 eine Reichsverordnung erlassen wurde, deren § 1 bestimmte, daß vom 1. März 1941 ab zum Anbau im gesamten Reichsgebiet nur noch Pflanzgut krebsfester Sorten verwandt werden darf, d. h. Deutschland war zum ausschließlichen Anbau krebsfester Sorten, zum Immunanbau übergegangen.

Ein ähnlicher, wenn auch nicht so durchschlagender Erfolg wurde gegenüber dem gefährlichsten Großschädling der Kartoffel erzielt. Die Phytophthora, der Erreger der Kraut- und Knollenfäule, hat ihren ersten großen Siegeszug durch Deutschland etwa vor hundert Jahren angetreten. Damals tauchte bereits der Gedanke auf, ob man den Kartoffelanbau in Deutschland überhaupt ganz aufgeben mußte. Etwas ähnliches haben wir im Jahr 1916 erlebt, das allen noch in Erinnerung sein wird durch den berühmten Kohlrübenwinter, der lediglich eine Folge davon gewesen ist, daß die Phytophthora damals die Kartoffelernte um $\frac{1}{3}$ gedrückt hatte. Das gab Anlaß, alte Bestrebungen zur Züchtung phytophthorafester Sorten wieder aufzugreifen, Bestrebungen, die schon vor hundert Jahren aufgenommen worden waren, und bei denen kein Geringerer als Darwin mit Pate gestanden hat, die dann aber fallengelassen worden sind, weil man kein Prüfungsverfahren zur Verfügung hatte, wie wir es beim Krebs schon kennengelernt haben. Die Biologische Reichsanstalt in Berlin-Dahlem, die über südamerikanische Primitivformen verfügte, nahm die Züchtung phytophthorafester Sorten auf, nachdem sie beobachtet hatte, daß ein Teil dieser Sorten bei einem Phytophthoraeinfall 1923 nicht erkrankte. Daraufhin wurde ein Laboratoriumsverfahren ausgearbeitet, das ähnlich wie beim Kartoffelkrebs darauf beruht, daß man den Erreger auf junge Kartoffelpflanzen bringt. Dieses Verfahren hat dann dazu geführt, daß die Biologische Reichsanstalt im Jahre 1926

damit begann, über die Gesellschaft zur Förderung Deutscher Pflanzenzucht an die Kartoffelzüchter sogenannte Zuchtbullen abzugeben, d. h. also Ausgangssorten, die hohe Resistenz gegen Phytophthora besaßen, die aber in anderen wirtschaftlich wertvollen Eigenschaften noch zu wünschen übrig ließen. Diese erhielten nun die Züchter, um sie mit ihren wirtschaftlich wertvollen Sorten zu kreuzen und dadurch dann phytophthorafeste marktfähige Kartoffelsorten herzustellen, Bestrebungen, die im Jahre 1940 zu dem Erfolge führten, daß erstmalig auf der Reichssortenliste eine Reihe von Sorten auftraten, die als phytophthoraresistent anzusprechen waren.

Und ein letztes Beispiel, das besonders eindrucksvoll ist, die Züchtung resistenten Zuckerrohrs. Auf diesem Gebiet hat die Resistenzzüchtung wohl ihren größten Erfolg gefeiert. Bereits im Jahre 1892 war auf Java eine Krankheit am Zuckerrohr beobachtet worden, die als Gelbstreifigkeit bezeichnet wurde und die man später als Mosaik gekennzeichnet hat. Von dort aus ist diese Krankheit in alle Rohrzuckergebiete der Welt gewandert und hat in den einzelnen Gebieten zum Teil schwerste Verluste bis zum Erliegen der Industrie hervorgerufen. Von dem Ausmaß, das diese Verluste angenommen haben, mag Ihnen zunächst eine Zahl aus dem Jahre 1925 eine Vorstellung geben, die von der Versuchsstation in Cuba gefunden worden ist. Dort hat man nebeneinander gesundes und krankes Zuckerrohr gebaut. Das gesunde brachte im ersten Nutzungsjahr einen Ertrag von etwa 55 Doppelzentner je ha, im zweiten von 37, das kranke dagegen von 20 bzw. 5 Doppelzentner je ha. Und wie sich das ausgewirkt hat beispielsweise im Staate Louisiana, sehen Sie aus dieser Darstellung (Abb. 1), die einmal die Durchschnittsanbaufläche des Rohrzuckers zeigt, die erheblichen Schwankungen unterliegt, aber einen Tiefpunkt erreicht etwa im Jahre 1926 und zum anderen die gleiche Bewegung beim Ertrag erkennen läßt, der noch steiler absinkt, um von 1926 an stark anzusteigen. Warum? Weil von 1926 an nur mosaikfeste Zuckerrohrsorten angebaut worden sind. Es handelt sich im wesentlichen um eine Sorte POJ (Prüfungsstation Ost-Java) 2878, die im Jahre 1922 ausgelesen worden war und die die Resistenz gegen Mosaikkrankheit gleichzeitig mit der gegen zwei sehr wichtige Krankheiten im Zuckerrohranbau verband, die Sereh- und die Fidschikrankheit, und die bereits im Jahre 1926, also nach vier Jahren auf Java eine Fläche von 20 000 ha bedeckte. Drei Jahre später wurde diese Fläche nochmals auf das zehnfache erhöht: jetzt nahm die Sorte POJ 2878 eine Fläche von 200 000 ha ein, d. h. $\frac{9}{10}$ der Gesamtfläche. Und noch größer ist der Erfolg in Afrika gewesen, wo die Sorte Uba dieselbe Rolle gespielt hat. Hier hat die Entwicklung zu

demselben Erfolg wie bei uns in der Kartoffelzüchtung geführt; am 30. 6. 1927 ist in Südafrika ein Gesetz erlassen worden, das nur noch den Anbau der Sorte Uba als Rohrzuckersorte gestattet. Mit diesem Erfolg ist die Mosaikbekämpfung des Zuckerrohrs heute kein Problem mehr, und die Steigerung der Hektarerträge hat, neben der räumlichen Ausdehnung des

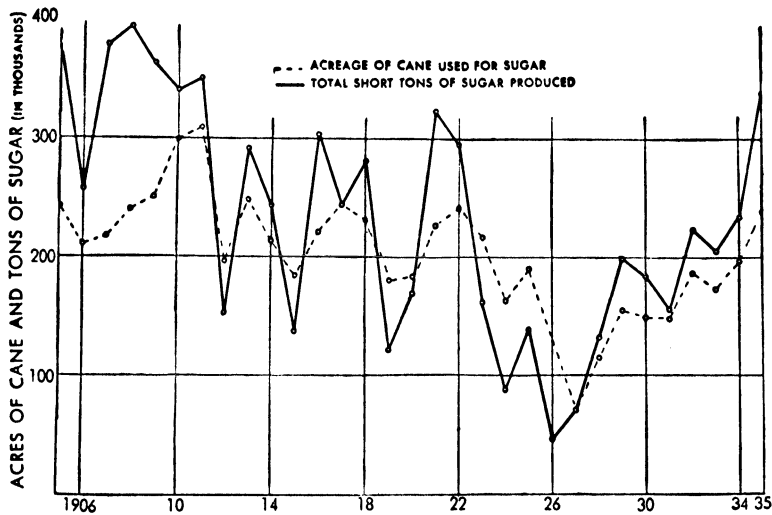


Abb. 1

Zuckerrohrs, diesem seine alte Vormachtstellung wieder eingeräumt und Ende der 20iger Jahre dazu geführt, daß gleichzeitig mit dem Ansteigen der Rübenzuckererträge die Überproduktion an Zucker in der Welt so groß wurde, daß damals die exportierenden Länder über ihren Absatz ein Kontingentierungsabkommen treffen mußten. Die Reihe dieser erfolgreichen Beispiele ließe sich leicht vermehren. Ich brauche nur an den Anbau der reblausfesten Rebsorten und an den Anbau rostfester Kaffeesorten zu erinnern.

Die Amerikaner haben versucht, in einer Zusammenstellung aus dem Jahre 1937 die Werte zu berechnen, die durch die Resistenzzüchtung erzielt worden sind. In der Tabelle sind die wichtigsten Pflanzenarten mit ihren Anbauflächen und gleichzeitig der geschätzte Mehrertrag in Dollar aufgeführt.

Pflanzenart	Anbaufläche (ha)	geschätzter Mehrertrag	
		%	Dollar
Mais	39 880 800	2	28 000
Weizen	21 970 400	5	19 110 000
Hafer	11 301 600	5	4 375 000
Gerste	4 682 800	2	450 000
Flachs	907 600	25	5 000 000
Bohnen	686 400	5	1 125 000
Zuckerrübe	305 200	25	1 657 000
Erbsen	250 040	10	855 000
Tomaten	196 000	15	2 460 000
Zuckermais	130 800	5	100 000
Zuckerrohr	101 200	50	5 975 000
Salat	61 200	75	12 487 000
Kohl	57 960	50	679 000
Melone	46 640	100	5 130 000
Spargel	41 360	50	5 700 000
Spinat	25 560	50	712 000
Sellerie	13 040	50	210 000

Die Gesamtsumme errechnet sich demnach auf jährlich rund 65 Millionen Dollar. Teilweise sind die Mehrerträge außerordentlich hoch, ich verweise insbesondere auf das Zuckerrohr, wo ein Mehrertrag von 50 % errechnet worden ist, bei der Melone sogar von 100 %. Nimmt man dazu noch die Beträge, die durch die überflüssig gewordene Bekämpfung in Fortfall kommen, so leuchtet ein, daß gerade durch die Resistenzzüchtung beachtliche Werte eingespart bzw. gewonnen werden können. Es kann also kein Zweifel sein, daß durch sie große Erfolge erzielt worden sind, die noch weit größere Erwartungen erweckt haben. Man kann fast sagen, daß diese Erwartungen um so höher gespannt wurden, je geringer die Sachkenntnis auf diesem Gebiet war, weil naturgemäß bei ihrem Fehlen die Schwierigkeiten unterschätzt wurden. Besonders verhängnisvoll haben sich in dieser Hinsicht sensationslüsterne Artikel der Tagespresse sowie populär-wissenschaftliche Darstellungen ausgewirkt, die von den Nichtkennern natürlich in ihrem Wert nicht beurteilt werden konnten. Das hat dazu geführt, daß über die Möglichkeiten der Resistenzzüchtung ganz falsche Vorstellungen entstanden sind. Ich nenne hier nur die Behauptung der Tagespresse vor Jahren schon, in kurzer Zeit sei mit dem Erscheinen käferfester Kartoffelsorten auf dem Markt zu rechnen. Daß die Dinge nicht so einfach liegen, zeigen die schweren Rückschläge, die die Resistenzzüchtung in den letzten 20 Jahren erlitten hat, von denen zunächst einige Beispiele erwähnt seien.

Als erstes wieder der Schwarzrost. Die oben erwähnte Spitzensorte Hope versagte bereits 1930 in Peru stark, weil sie plötzlich sehr stark von ihm befallen wurde. Im Jahre 1935 kam es in Nordamerika wieder zu einer schweren Schwarzrostepidemie, die dazu führte, daß auch andere Spitzensorten wie Ceres vernichtend befallen wurden. Und eine dritte Sorte Khapli, die seit 20 Jahren auf 50 Rostprüfungsstationen in dem nordamerikanischen Gesamtgebiet angebaut und nicht vom Schwarzrost befallen worden war, wurde in diesem Jahr völlig vernichtet. Ähnliche Mißerfolge zeigte die Züchtung auf Gelbrostresistenz. Der Gelbrost ist in Europa der wichtigste Getreiderost. Ich erwähne hier nur den Zusammenbruch der Gelbrostresistenz von Svalöfs Panzerweizen, der von 1915 ab in Deutschland insbesondere außerordentlich stark angebaut wurde, weil er hoch resistent gegen Gelbrost war, bis er dann plötzlich im Jahre 1923 vom Gelbrost radikal befallen wurde. Ganz ähnlich 1930 die Sorte Heines Kolben und eine reine Zuchtsorte Chinese 166, die in Halle bei künstlicher Infektion 10 Jahre lang völlig immun gewesen war, im 11. Jahr aber stark erkrankte. Ein drittes Beispiel bietet der Zusammenbruch der Flugbrandresistenz von Peragis-Sommerweizen, der eingeführt und dessen Anbau ausgedehnt war auf Kosten des roten Schlanstedter, einer bis dahin am meisten angebauten Sorte, die aber stark unter Flugbrand litt, während der Peragis-Sommerweizen resistent war, bis plötzlich nach 12 Jahren der letztere genau so anfällig war wie der rote Schlanstedter. Und nun besonders interessant die beiden Beispiele, die ich schon erwähnt habe, die Kartoffelkrebs- und die Phytophthoraresistenz, die beide einen völligen Zusammenbruch erlitten haben, beim Kartoffelkrebs insofern besonders bemerkenswert, als wir gesehen hatten, daß ganz Deutschland sich auf den Immun-Anbau krebsfester Sorten umgestellt hatte. Das Ergebnis war, wie nicht anders vorauszusehen war, daß im Jahre 1941 zum ersten Mal aus Thüringen die Meldung kam, daß die krebsfeste Sorte Ostbote stark vom Kartoffelkrebs befallen wäre. Zunächst lag der Verdacht nahe, daß es sich um eine Sortenverwechslung oder um eine Sortenvermischung mit einer krebsanfälligen Sorte handelte. Ich habe daraufhin die Nachprüfung sofort in die Wege geleitet. Es zeigte sich bei der künstlichen Infektion, daß tatsächlich die bisher krebsfeste Sorte Ostbote mit der Herkunft des Pilzes aus Thüringen ohne weiteres infiziert werden konnte und starke Wucherungen hervorbrachte. Überraschend war dann, daß bei der Prüfung der 60 Sorten der Reichssortenliste nicht weniger als 59 von dem Kartoffelkrebs auf das stärkste befallen wurden. Eine einzige blieb übrig. Und damit war die Voraussetzung hinfällig geworden, die für die Zulassung

neuer Sorten eingeführt worden war. Denn Voraussetzung für die Zulassung neuer Sorten war ja, daß diese in einem sehr intensiven Prüfverfahren, wie es etwa seit 25 Jahren in Deutschland vorgeschrieben ist, sich als krebsfest erwiesen haben mußten. Und ganz ähnlich ist es mit der Phytophthoraresistenzzüchtung ergangen. Nach den großen Erfolgen, die wir zunächst damit hatten, brachte das Jahr 1932 bereits einen völligen Rückschlag, indem die Saatzuchtwirtschaft Streckenthin in Hinterpommern, die von uns beliefert worden war, fast ihren gesamten Bestand an jungen Sämlingen, die sich alle aus solchen phytophthoraresistenten Sorten ableiteten, insgesamt etwa 170 000 Stück, an Phytophthora verlor. Die Zuchtsorten, die wir damals herausgegeben hatten, waren außerdem an 6 andere Zuchtstätten im Reich gegangen, und im nächsten Jahr kam auch die Meldung von diesen anderen 6 Zuchtstätten, daß die sogenannten phytophthorafesten Sämlinge in stärkstem Umfang von Phytophthora befallen waren.

Diese Mißerfolge mußten zunächst rätselhaft erscheinen. Heute sind wir über die Ursache dieser Mißerfolge genau unterrichtet. Zu ihrem Verständnis muß ich hier einen kurzen historischen Rückblick einschalten, bei dem ich ganz kurz zunächst auf den Entwicklungszyklus des Rostpilzes, bei dem diese Dinge zuerst geklärt worden sind, eingehen muß. Der Schwarzrost des Getreides gehört zu den sogenannten wirtswechselnden Rostpilzen, d. h. er parasitiert im Sommer auf dem Getreide, wie es auf dieser Zeichnung schematisch angedeutet ist (Abb. 2) und entwickelt hier sogenannte

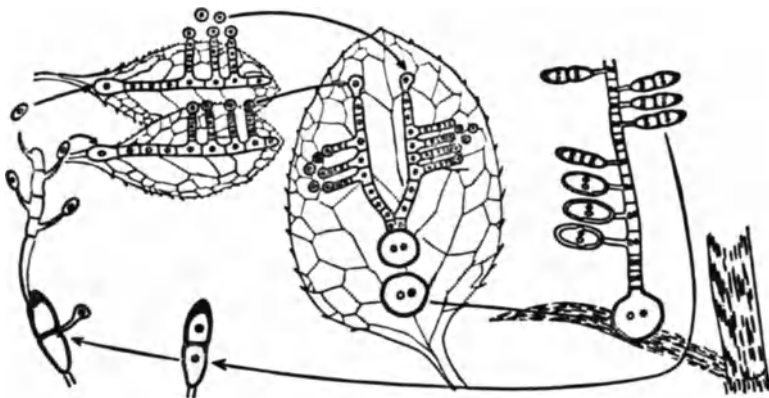


Abb. 2

Schematische Darstellung der Entwicklung des Schwarzrostpilzes (nach Lehmann u. Kummer)

Teleutosporen. Diese müssen, damit sie keimen können, auf einen anderen Wirt, den sogenannten Zwischenwirt — in diesem Fall die Berberitze — durch den Wind getragen werden. Auf dem Berberitzenblatt entwickeln sie die Sporen, die wir als Äzidiosporen bezeichnen, und diese müssen nun wieder, damit sie keimen können, auf das Getreide zurückgelangen und entwickeln hier zunächst Uredosporen, eine Form, auf die ich nachher noch kurz zu sprechen komme, bis dann im weiteren Verlauf des Jahres wieder Teleutosporen auftreten. Interessant ist nun das Verhalten der Äzidiosporen. Mit ihnen hat der Schwede Eriksson 1894 Untersuchungen durchgeführt und dabei festgestellt, daß diese Äzidiosporen völlig gleichförmig sind, ganz gleichgültig, woher sie kommen, vom Weizen, vom Roggen oder vom Hafer. Wollte er aber nun mit ihnen das Getreide infizieren, dann machte er eine sehr merkwürdige Beobachtung. Er fand, daß sie den Weizen nur dann anzugreifen vermochten, wenn sie vorher vom Weizen stammten, ebenso den Roggen nur, wenn sie vorher vom Roggen stammten, und den Hafer nur, wenn sie vorher vom Hafer stammten. Das deutet das nächste Schema mit seiner unterschiedlichen Linienführung an



Die Äzidiosporen sind also äußerlich, morphologisch nicht zu unterscheiden; dagegen verhalten sie sich im Infektionsversuch ganz verschieden in ihrer Aggressivität, in ihrer Angriffsfähigkeit. Das war eine grundlegende, völlig neue Entdeckung. Eriksson hat damals für diese Formen, morphologisch nicht unterscheidbar, nur in ihrer Aggressivität von einander abweichend, den Namen „formae speciales“ geprägt, sie also als Spezialformen des Schwarzrostes bezeichnet. Und diese Spezialisierung ist auch für die Mehrzahl der anderen Rostpilze und später darüber hinaus für zahlreiche andere Pilzarten nachgewiesen worden. Eine weitere interessante Beobachtung machte 1917 der Amerikaner Stakman, sie ist in der nächsten Tabelle veranschaulicht.

Wirtssorte	Puccinia graminis tritici	
	Form III	Form IX
Triticum vulgare		
Marquis	+	+
Kanred	+	—
Turkey Red	+	+
Kota	+	+

Wirtssorte	Puccinia graminis tritici	
	Form III	Form IX
<i>Triticum durum</i>		
Arnautka	—	+
Mindum	—	+
Kubanka	—	+
Acme	+	+

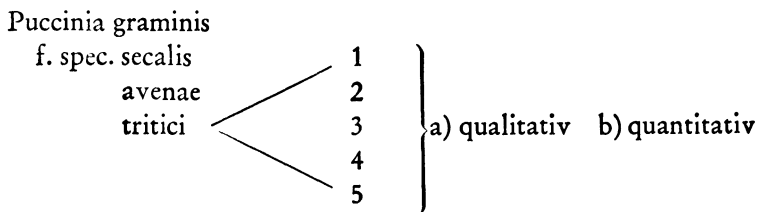
Hier haben wir es mit zwei Spezialformen des Weizenschwarzrostes zu tun, der Form III und der Form IX. Wenn wir nun diese beiden Formen nicht nur auf verschiedene Weizenarten, sondern auf verschiedene Sorten derselben Weizenart übertragen, dann sehen wir, daß der Befall durch die beiden Formen unterschiedlich ist. Form III vermag alle vier Sorten des gewöhnlichen Weizens zu befallen, Form IX dagegen nur drei von diesen, die Sorte Kanred dagegen nicht. Beim Hartweizen, zu dem der Kubanka gehört, ist das noch deutlicher: die Form IX vermag alle vier Sorten anzugreifen, die Form III dagegen nur eine von den vieren. Sie sehen also jetzt, daß die Unterschiedlichkeit dieser Spezialformen noch einen Schritt weiter geht, indem nämlich nicht nur Gattung und Art, sondern auch die Sorten unterschiedlich auf sie reagieren. Und auch dabei macht die Spezialisierung noch nicht halt. Das läßt die nächste Tabelle erkennen:

Form	Marquis	Trit. vulgare Kanred	Kota	Trit. durum			Acme
				Arnautka	Mindum	Kubanka	
I.	4	0	3	1	1	3	3
III.	4	4	3	1	1	1	3
IX.	4	0	3	4	4	4	3
XV.	4	4	3	4	4	3	3
XVII.	4	0	3	4	4	3	3
XXVII.	2	0	0	1	1	4	3

Wir haben hier eine Reihe von sechs Spezialformen vor uns und greifen beispielsweise die Sorte Kubanka heraus. Statt der bisherigen Plus- und Minuszeichen — Befall bzw. Nichtbefall — sehen wir Zahlenwerte, die bedeuten, daß die Stärke des Befalls durch die sechs Formen unterschiedlich ist. Dabei bemerke ich, daß diese Zahlen international vereinbarte Werte sind, die für die ganze Welt festgelegt sind. Es dreht sich also nicht um Zahlen, die ge-

schätzt werden, sondern um Zahlen, mit denen man tatsächlich die Stärke des Rostbefalls sicher bewerten kann. Wir sehen ganz eindeutig, daß wir es nicht nur mit einer qualitativen Differenzierung der Spezialformen zu tun haben, sondern daß eine quantitative Differenzierung eingetreten ist, eine Differenzierung in der Stärke des Befalls. Stakman hat für diese Formen den Ausdruck physiologische Rassen oder Biotypen geprägt, ein Ausdruck, der seitdem in der Literatur eingeführt ist.

Die ganze Erscheinung, die ich nur in ganz großen Zügen hier charakterisiert habe, wird als biologische Spezialisierung bezeichnet. Sie ist im folgenden Schema noch einmal veranschaulicht.



Zunächst die alte Art *Puccinia graminis*, die in die Spezialformen für Roggen, Hafer, Weizen aufgespalten wird, die wiederum auf Grund des unterschiedlichen Sortenbefalls noch weiter zerstäubt werden, zunächst nur qualitativ, dann auch quantitativ. Also ein Schema, welches das Prinzip der biologischen Spezialisierung sehr deutlich veranschaulicht.

Mit der Erscheinung der biologischen Spezialisierung haben wir nun den Schlüssel zum Verständnis der Rückschläge gefunden, die wir vorher ganz kurz charakterisiert haben. Bei jedem Zusammenbruch der Resistenz einer Sorte treten neue Rassen auf, die eine höhere Aggressivität aufweisen. Der Laie deutet im allgemeinen die Dinge so, daß er sagt, die Pflanze habe ihre Anfälligkeit, ihre Resistenz geändert. In Wirklichkeit liegen sie gerade umgekehrt, die Pflanze hat nicht ihre Anfälligkeit geändert, sondern der Parasit hat seine Aggressivität geändert. Wir sehen also hieraus ganz deutlich, daß die Änderung der Aggressivität auf seiten des Parasiten die Erfolge der Resistenzzüchtung restlos vernichten kann. Und deshalb ist es von größter Bedeutung, zunächst einmal eine Vorstellung von dem Umfang der biologischen Spezialisierung, also der Rassenzerstäubung der Parasiten zu bekommen, und weiterhin vor allem zu erfahren, wie diese neuen Rassen entstehen.

Zunächst etwas zum Umfang der biologischen Spezialisierung. Wir beginnen mit dem Kartoffelkrebs:

Sorte	Herkunft G	SB	D
Fram	—	—	—
Edda	+	—	—
Edelragis	+	—	—
Parnassia	+	—	—
Primula	+	+	—
Sabina	+	+	—
Sickingen	+	+	—
Deodara	+	+	+

Hier sind acht Sorten herausgegriffen, darunter die Deodara, eine von den alten Sorten, die krebsanfällig war und deswegen vom weiteren Anbau ausgeschlossen wurde. Sie wird von dem alten sogenannten Dahlemer Biotyp befallen, der alle anderen sieben Sorten nicht zu befallen vermag; deswegen sind ja alle diese Sorten zum Immunanbau zugelassen. Eine Herkunft, die wir aus Südböhmen damals bekommen haben — deswegen SB —, hat bereits eine höhere Aggressivität. Sie vermag nicht nur die alte Sorte Deodara zu befallen, sondern außerdem noch die Sorten Primula, Sabina und Sickingen; nur die obersten vier Sorten Fram, Edda, Edelragis und Parnassia werden von diesem Biotyp nicht befallen. Und schließlich die Herkunft, die wir aus Thüringen (G = Giesshübel) gewonnen haben, die alles zu Fall brachte, mit Ausnahme der Sorte Fram. Das ist die einzige Sorte, die damals übrig geblieben ist. In die biologische Spezialisierung der Phytophthora gibt die folgende Aufstellung Einblick.

Klon-Gruppe	Verhalten gegenüber Phytophthora-Rasse			
	1	2	3	4
A	—	—	—	—
W	—	+	—	—
M	—	—	—	+
K	—	—	+	+
Z	+	+	+	+

Aus ihr ist ersichtlich, daß Rasse 1 nur die Gruppe Z zu befallen vermag, dagegen die anderen vier Gruppen nicht. Die Rasse 2 dagegen vermag außer der Gruppe Z auch die Gruppe W zu befallen, zu der die von der Biologischen Reichsanstalt gezüchteten resistenten Sorten gehören. Die Sorte 3 hingegen kann statt der Gruppe W zusätzlich die Gruppe K befallen, und

bei der Rasse 4 ist es noch etwas anders, indem sie insgesamt drei Gruppen befallen kann. Sie sehen hieraus also ganz eindeutig, daß wir es mit vier verschiedenen Rassen zu tun haben, die auf diesem Test-Sortiment verschieden reagieren und sich infolgedessen in ihrer Aggressivität voneinander unterscheiden. Die weiteren Untersuchungen haben erwiesen, daß wir beim Krebs zur Zeit nur drei Biotypen kennen, bei der *Phytophthora* dagegen bis 1940 etwa mindestens neun, von denen acht aggressiv für die Kartoffeln sind und eine für die Tomate. Mit ganz anderen Zahlen warten nun andere Krankheitserreger auf. Ich erwähne hier zunächst einmal die sogenannte Brennfleckenkrankheit der Buschbohne, bei der bis heute 34 Biotypen nachgewiesen sind, dann eine sehr wichtige Krankheit, die beim Weizen eine große Rolle spielt, den Steinbrand, bei dem 25 Biotypen nachgewiesen sind. Und nun erst die Rostparasiten. Beim Gelb- und Kronenrost kennen wir etwa 30 verschiedene biologische Rassen, beim Weizenbraunrost 129 nach dem Stand von 1948 und beim Weizenschwarzrost sind es inzwischen über 300 geworden. Wir sehen also, daß mehr oder weniger zahlreiche Biotypen bei diesen Parasiten auftreten, und diese Biotypen unterscheiden sich nun nicht nur hinsichtlich ihrer Aggressivität ihrem Wirt gegenüber voneinander, sondern sie können sich auch in anderen Eigenschaften unterscheiden, und das ist eine Frage, die uns im Augenblick ganz außerordentlich stark interessiert. Im Rheinland hat man in den letzten Jahren beobachtet, daß die Beizung des Getreides gegen den Weizensteinbrand, die wir bisher als sicheres Mittel gegen diese Krankheit angesehen haben, in vielen Fällen versagt hat. Das hat bei der Anerkennung des Weizens als Saatgut erhebliche Schwierigkeiten gemacht. Wir sind zur Zeit damit beschäftigt zu klären, woran das liegt; nach den Nachrichten, die wir bisher bekommen haben, erscheint es nicht ganz ausgeschlossen, daß beim Steinbrand Biotypen aufgetreten sind, die sich durch erhöhte Resistenz gegenüber den Quecksilberbeizmitteln auszeichnen, die also durch die Quecksilberbeizmittel nicht abgetötet werden. Nun: dieselben Erfahrungen hat die Humanmedizin bei den Sulfonamiden, beim Penicillin und anderen Arzneimitteln machen müssen. Diese Parallelerscheinungen können uns nicht weiter überraschen, da es sich im Grunde ja in allen Fällen um Organismen handelt. Soviel über den Umfang der Biotypenbildung.

Wichtiger noch als die vorhandene Anzahl von Biotypen, gegen die wir ja resistente Sorten züchten, ist nun die Frage, wie neue Biotypen entstehen, die unsere resistenten Sorten zu Fall bringen. Im wesentlichen gibt es zwei Wege. Zunächst einmal den Weg der Neukombination, d. h. also die sexuelle

Fortpflanzung mit der daran anschließenden Aufspaltung auf Grund der Mendelschen Vererbungsgesetze. Dazu muß ich Ihnen nun den Entwicklungszyklus einer Reihe von Pilzparasiten vorführen. Zunächst die Brandpilze, von denen wir eben sprachen (Abb. 3).

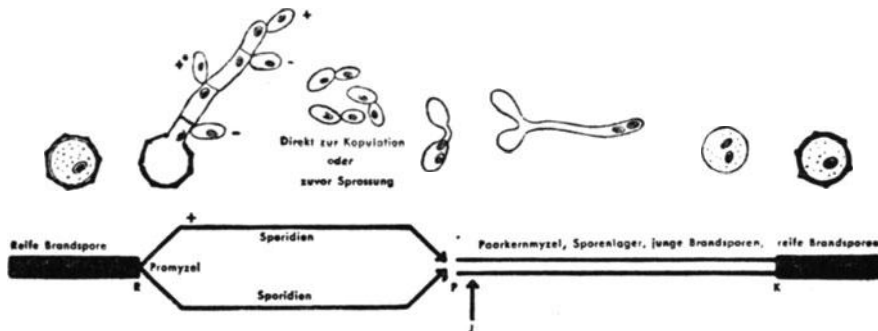


Abb. 3: Entwicklungszyklus der Brandpilze (nach Roemer, Fuchs, Isenbeck)

Wir sehen zunächst die reife Brandspore, wie sie uns in den Getreideähren entgegentritt, die bei der Keimung einen Keimschlauch, die sogenannte Probasidie, bildet, an der eine Anzahl von winzigen Sporen entstehen. Dabei tritt die Reduktionsteilung ein, d. h. der Kern teilt sich in vier Tochterkerne, von denen je zwei geschlechtlich differenziert sind, und diese geschlechtlich differenzierten Sporen vereinigen sich später wieder miteinander. Wir sehen aus diesem Entwicklungsschema, daß in den Entwicklungszyklus des Brandpilzes in jedem Fall ein Geschlechtsvorgang eingeschaltet ist. Das hat zur Folge, daß durch diese geschlechtliche Aufspaltung reine Biotypen, wie wir sie gleich kennenlernen werden, nicht bestehen bleiben, sondern daß immer wieder Neukombinationen entstehen, wir es also nicht mit reinen Biotypen zu tun haben können. Solche erhalten wir nur dann, wenn der Parasit die Möglichkeit hat, neben diesem geschlechtlichen Entwicklungszyklus auch einen ungeschlechtlichen zu durchlaufen. Einen solchen sehen wir beim Apfelschorf (Abb. 4). Dieser Entwicklungszyklus zeigt Ihnen zunächst, wenn wir von der ungeschlechtlichen als Konidie bezeichneten Spore ausgehen, wie diese keimt und ein Myzel entwickelt, an dem asexuell Sporen entstehen, die jederzeit wieder keimen können, so daß wir hier einen ungeschlechtlichen Kreislauf vor uns haben. Nach einer gewissen Zeit werden Geschlechtsorgane (Antheridien und Ascogonien) gebildet, es entsteht ein sogenannter Askus, der insgesamt acht Sporen enthält, die durch die geschlechtliche Vereinigung und anschließende Reduktionsteilung

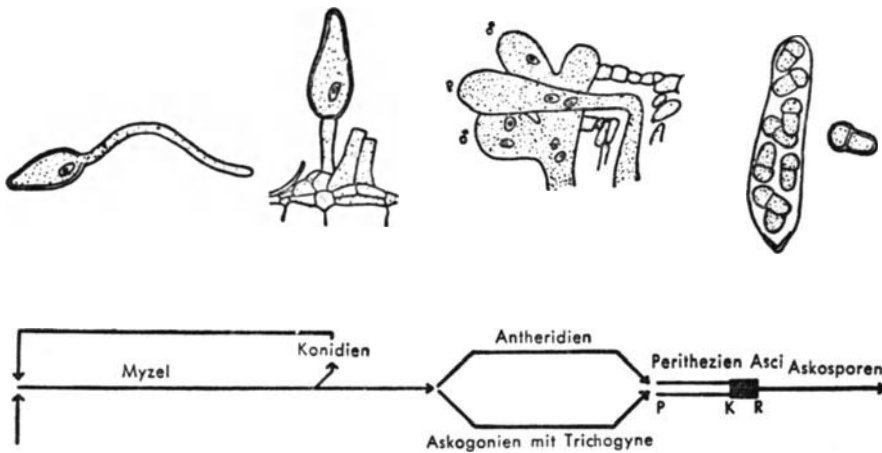


Abb. 4: Entwicklungskreislauf des Erregers des Apfelschorfes (nach Roemer, Fuchs, Isenbeck)

entstanden sind. Wir haben hier also zum ersten Mal einen Entwicklungszyklus, der neben dem geschlechtlichen auch einen ungeschlechtlichen Vorgang umschließt. Und aus der nächsten Tabelle ist ersichtlich, daß die acht Sporen sich in ihrer Aggressivität, die an den vier Obstsorten geprüft worden ist, ganz verschieden verhalten.

Testsorte	Askosporen-Nr.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Gelber Transparent	+	—	—	+	—	—	+	+
Mc Intosh	+	—	—	+	—	—	+	+
Missouri Pippin	±	+	+	±	+	+	±	±
Fameuse	+	+	+	+	+	+	+	+

Die Sporen 2, 3, 5 und 6 reagieren gleich, d. h. sie vermögen gelben Transparent und Mc Intosh nicht zu befallen, dagegen die beiden anderen Sorten: die vier anderen Askosporen reagieren genau umgekehrt. Das legt in diesem Fall den Gedanken nahe, der uns hier nicht weiter zu beschäftigen braucht, daß die Aggressivität mit Geschlechtsvorgängen gekoppelt ist. Der dritte Entwicklungszyklus, der uns nun besonders interessiert, ist der Rostentwicklungszyklus, den wir vorhin schon ganz kurz kennengelernt hatten. Ich zeige ihn Ihnen jetzt nach einem anderen, etwas komplizierten Schema (Abb. 5), auf das wir im einzelnen nicht eingehen wollen. Die auf dem Getreide von der Teleutospore gebildeten Basidiosporen können nur auf der Berberitze keimen. Sie sind geschlechtlich differenziert, und nur wenn die

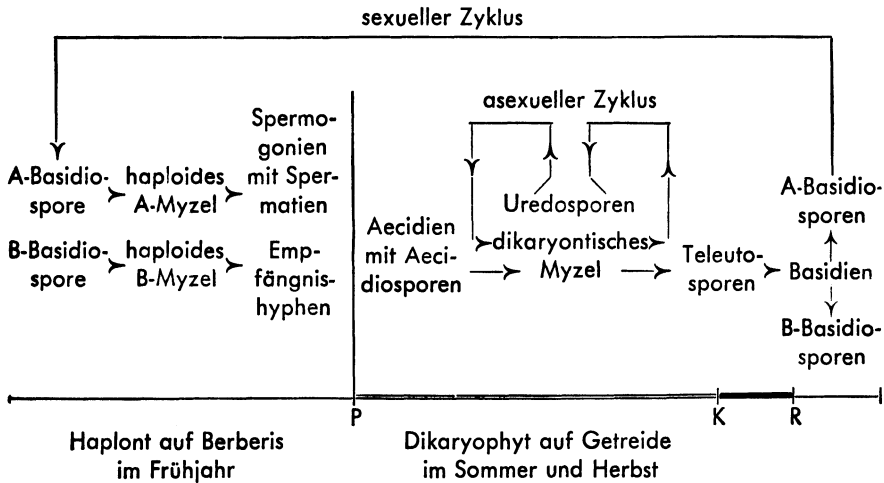


Abb. 5: Entwicklungskreislauf eines Rostpilzes (nach Gäumann)

zwei verschiedengeschlechtlichen Myzelien mit ihren Pyknosporen sich vereinigen, entstehen die Äzidiosporen, die nun wieder auf das Getreide zurückgelangen müssen. Nun sehen Sie hier, ebenso wie beim Schorf, auch einen asexuellen Zyklus eingezeichnet, d. h. die auf dem Getreide zunächst entstehenden Uredosporen, auf die ich vorhin schon kurz hingewiesen hatte, sind in der Lage, jederzeit auf dem Getreide wieder zu keimen und Myzel zu bilden, an dem wieder Uredosporen entstehen. Wenn also ein neuer Biotyp aufgetreten ist, kann er jederzeit durch die asexuelle Vermehrung rein erhalten bleiben. Und Sie sehen aus dem Schema auch noch etwas anderes. Wenn wir die Berberitze mit ihren Äzidiosporen ausschalten, dann wird der Geschlechtsvorgang ausgeschaltet, und darin beruht die große Bedeutung der Ausrottung der Berberitze in Nordamerika, indem durch diese Maßnahme die Entstehung neuer Rassen weitgehend eingeschränkt wird. Denn wenn ich den Geschlechtsvorgang ausschalte, kann normalerweise bei ausschließlich asexueller Vermehrung kein neuer Biotyp entstehen. Ganz ähnlich, als letztes Bild, der Entwicklungszyklus der Phytophthora (Abb. 6). Gehen wir wieder von einer asexuell entstandenen Zoospore aus, so können an dem von dieser gebildeten Myzel wiederum auf dieselbe Weise Zoosporen entstehen, so daß wir es mit einem schnell geschlossenen asexuellen Entwicklungskreislauf zu tun haben. Unter gewissen Bedingungen, über die wir bisher kaum etwas wissen, kann es zu einer geschlechtlichen Vereinigung kommen, die dann zur Entwicklung eines neuen Biotyps

führen kann. Bisher ist dieser Geschlechtsvorgang bei der *Phytophthora* trotz aller Bemühungen nur sehr selten nachgewiesen worden, so daß häufigeres Auftreten neuer Biotypen bei ihr zunächst überraschen müßte. Aber dabei dürfen wir nicht vergessen, daß der Geschlechtsvorgang nicht der einzige Weg ist, auf dem neue Rassen entstehen können, vielmehr gibt es daneben noch einen anderen, den wir als Mutation bezeichnen.

Eine solche Mutation zeige ich Ihnen hier im Bilde an einem Pilz, der in einem kreisrunden weißen Wachstum plötzlich einen solchen schwarzen Sektor zeigt (Abb. 7). Die Amerikaner bezeichnen derartige Sektoren als Saltanten. Die Aggressivität eines solchen Sektors kann ganz anders als die der weißen Ausgangsform sein. Das wäre also wiederum eine Möglichkeit für das Auftreten neuer Rassen. Der Nachweis, in welchem Umfang wir mit solcher Mutationsbildung zu rechnen haben, ist außerordentlich schwer zu erbringen, weil, wenn eine solche hochaggressive Rasse auftritt, sie sofort vernichtend auftritt und deswegen schwer nachzuweisen ist. Es gibt aber einzelne Fälle, in denen es geglückt ist, von denen ich einen hier herausgreifen will, bei dem die Häufigkeit der Mutation recht genau berechnet werden konnte. Es betrifft den Gelbrost des Weizens, und zwar seinen Biotyp 9. Dieser befällt nur die Sorten Heines Kolben und von Rümkers frühen Sommer-Dickkopf stark. Aus ihm ist eine Einsporkultur 26 hergestellt worden, und diese Einsporkultur reagierte zunächst bei Infektion von Weizen dadurch, daß sie auf Heines Kolben starken Befall hervorrief, dagegen auf der Sorte Strubes Dickkopf keinen. Nun ist wiederholt in vier Generationen mit dieser Einsporkultur infiziert worden; von der fünften Generation ab wurde auch die letztere Sorte stark befallen. Und nicht nur diese, sondern darüberhinaus auch fast alle anderen Weizensorten, die von dem Ausgangstyp 9 nicht befallen werden konnten. Hier haben wir also den typischen Fall, daß eine Einsporkultur plötzlich durch Mutation ihre Aggressivität geändert hat. Man hat in diesem Fall berechnet, daß man eine Mutationsrate von 1 zu 100—200 000 anzunehmen hat, also auf 100—200 000 rein bleibende Biotypen eine Mutation. Sie sehen, daß Mutationen offenbar selten sind. Der Mutationsvorgang ist noch auf einem weiteren Gebiet verfolgt worden, das heute sehr aktuell ist, bei den Virosen. Ich will daraus nur ein Beispiel hier anführen, das das sogenannte Kartoffelmosaik- oder X-Virus betrifft, das gleichzeitig pathogen für Tabak ist. Der Stamm Cs 35 ruft auf Tabakblättern ringförmige chlorotische Flecken hervor. Ein aus ihm hergestellter Preßsaft, der für 24 Stunden einer Temperatur von 50 Grad ausgesetzt und dann zur Infektion verwandt wurde, zeitigte ein ganz anderes als Schildpattmuster

bezeichnetes Bild, was symptomatisch mit dem vorigen gar nicht zu verwechseln ist und was dafür spricht, daß durch Hitzebehandlung eine Mutation aufgetreten ist. Der neue Stamm erhielt deshalb auch eine andere Bezeichnung Cs 36, und derselbe Preßsaft ist dann noch einmal in einer anderen Form behandelt, und zwar einer Temperatur von 64 Grad bei 10 Minuten ausgesetzt worden. Als Folge davon traten wieder andere Krankheitsbilder auf, die dazu geführt haben, die neuen Stämme mit den neuen Bezeichnungen Cs 64/1 und Cs 64/2 zu benennen. Diese Feststellungen zeigen eindeutig, daß wir auch bei den Viren mit dem Auftreten von Mutationen zu rechnen haben. Bisher haben wir allerdings Rückschläge auf dem Gebiet der Resistenzzüchtung gegenüber Viren kaum erlitten. Diese kurz angedeuteten Erfahrungen lehren uns, daß einmal hohe Temperaturen die Auslösung von Mutationen begünstigen können. Daneben gibt es noch eine Reihe von anderen Faktoren, die in gleichem Sinne wirken können. Das gilt insbesondere von Giften, namentlich Zink, begrenzt auch von Röntgen- und ultravioletten Strahlen. Und schließlich gibt es noch einen dritten Weg, auf dem Mutationen von Viren hervorgerufen werden können, indem man sie über nichtkongeniale Wirte passieren läßt. Wenn man das X-Virus zunächst über eine der Kartoffel systematisch völlig fernstehende Pflanze wie die Gänsefußgewächse passieren läßt, dann tritt anschließend auf der Kartoffel ein ganz anderes Bild auf, das wir wieder als Mutation zu deuten haben. Und das ist bei einer Reihe von anderen Viren auch der Fall.

Das Ergebnis von Mutation und Neukombination ist nun also, daß wir es mit sogenannten Rassenpopulationen zu tun haben, d. h. mit Gemischen von Biotypen. Wenn wir den deutschen Raum als Ganzes nehmen, enthält das über ihm befindliche Aeroplankton nicht nur eine einzige einheitliche Form z. B. des Schwarzrostes, sondern ein Gemisch, das sich aus den verschiedensten Rassen zusammensetzt. Die Mannigfaltigkeit dieses Gemisches wird bestimmt einmal durch die Möglichkeit der sexuellen Fortpflanzung, wie ich das eben angedeutet habe, und zum anderen durch die Häufigkeit von Mutationen.

Und die Tatsache dieser Rassenpopulation, dieses Gemisches von Biotypen, hat nun eine weitere, noch viel unangenehmere Folge für die Resistenzzüchtung, nämlich die, daß die Zuchtsorten, die wir auf Resistenz gegen diese Biotypen züchten, unter den Biotypen selbst eine Auslese treffen, eine Selektion in völlig überraschendem Sinne. Man kann das zunächst an einem Schulbeispiel sehr einfach demonstrieren. Wenn man beispielsweise vom Weizen-Braunrost die beiden Rassen 13 und 15 miteinander vermischt und nun mit diesem Biotypen-Gemisch zwei Sorten infiziert, nämlich Malakoff und

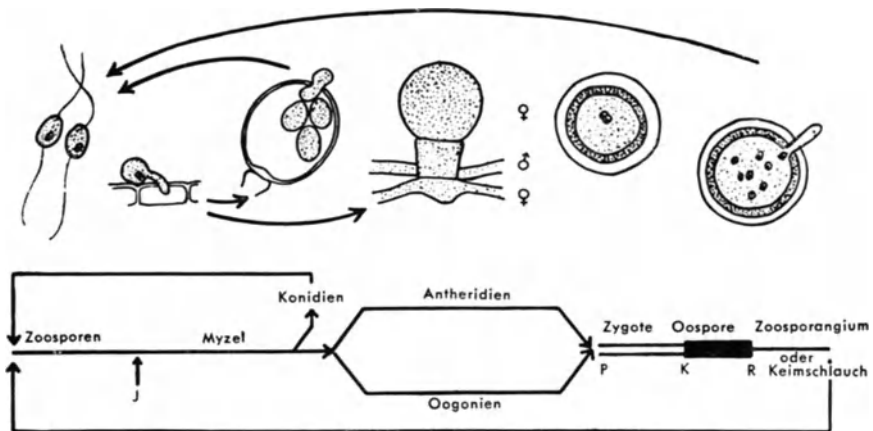


Abb. 6

Entwicklungskreislauf von *Phytophthora infestans* (nach Roemer, Fuchs, Isenbeck)

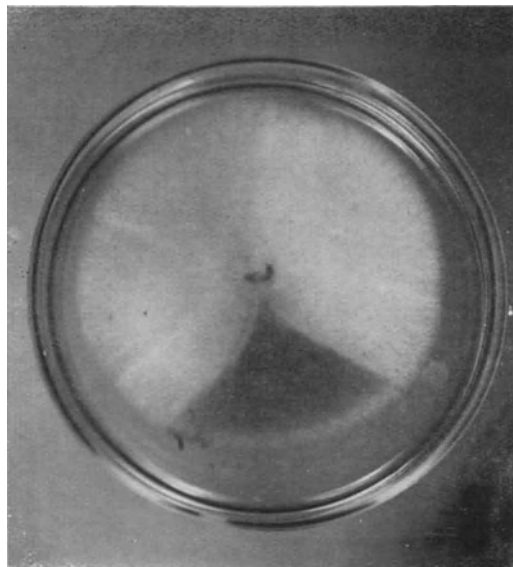


Abb. 7: Sektorenbildung in einer Reinkultur eines niederen Pilzes

Mediterranean, von denen Malakoff nur gegen Rasse 13 und Mediterranean nur gegen Rasse 15 anfällig ist, dann werden beide Sorten vom Braunrost befallen. Wenn man dann aber den Rost jeder der beiden Sorten analysiert, dann stellt sich heraus, daß auf Malakoff nur die Rasse 13 angegangen, die Rasse 15 dagegen ausgefallen ist. Mediterranean dagegen ist von der Rasse 15 befallen und von der Rasse 13 nicht. Das beweist eindeutig, daß die Wirtspflanzen aus dem Infektionsgemisch, aus dem Gemisch der beiden Rassen eine Selektion getroffen haben. Eine Entmischung ist eingetreten in dem Sinne, daß jeder Wirt die für ihn aggressive Rasse ausgelesen hat. Dieser Vorgang der Entmischung ist nun von Römer und seiner Schule in Halle planmäßig untersucht worden. Dabei ist es zu überraschenden Ergebnissen gekommen, die die nächsten beiden Tabellen veranschaulichen.

Selektionswirkung der Wirtssorte auf eine Weizenflugbrandpopulation, Halle 1927—1930

Befall auf Sorte	Nach Passage					
	durch Roten Schlanstedter			durch Peragis S. W.		
	1 mal	2 mal	3 mal	1 mal	2 mal	3 mal
Grüne Dame	81,8 %	7,9 %	0,0 %	85,0 %	85,5 %	89,0 %
Peragis	47,1 %	4,3 %	0,0 %	41,6 %	73,2 %	64,0 %
Hohenheimer 25 f	25,6 %	47,5 %	53,6 %	2,0 %	0,0 %	0,0 %
Roter Schlanstedter	96,9 %	71,0 %	77,4 %	16,1 %	2,0 %	0,0 %

Im ersten Fall handelt es sich um den Weizenflugbrand, und zwar um seine beiden Rassen 1 und 2. Der Rote Schlanstedter Weizen ist für die Rasse 1, der Peragis-Sommerweizen für die Rasse 2 anfällig. Von beiden Rassen ist ein Gemisch hergestellt worden, und dieses Gemisch ist einmal über den Roten Schlanstedter geschickt worden und zum anderen über den Peragis-Sommerweizen, und zwar in einem Versuch einmal, in einem zweiten zweimal und in einem dritten dreimal. Und nachdem die Passage über den Roten Schlanstedter bzw. Peragis-Sommerweizen ein-, zwei- oder dreimal stattgefunden hat, sind außer diesen beiden Sorten noch zwei weitere, Grüne Dame und Hohenheimer 25 f, infiziert worden. Wenn Sie sich das Ergebnis ansehen, dann erkennen Sie, daß nach einer einmaligen Passage mit dem Rassengemisch über Roten Schlanstedter die Unterschiede im Verhalten von Grüne Dame und Peragis einerseits, Hohenheimer 25 f und Roten Schlanstedter noch wenig deutlich sind. Nach der zweiten Passage dagegen zeichnet sich der viel geringere Befall der beiden ersten Sorten bereits eindeutig ab. Und nach der dritten Passage werden die beiden ersten Sorten überhaupt nicht mehr befallen, die beiden letzten dagegen stark. Umgekehrt bei der Passage über

Peragis-Sommerweizen. Hier ist schon nach der ersten Passage eine weitgehende Differenzierung zwischen den beiden Sortengruppen eingetreten. Wir sehen also, daß aus dem Gemisch der beiden Rassen 1 und 2 die beiden Komponenten durch die Wirtssorten getrennt worden sind. Daß das nur in Etappen vor sich geht, hängt mit dem zusammen, was ich vorhin gesagt habe, daß die Biotypen hier nicht rein auftreten, sondern nach dem Geschlechtvorgang immer wieder Vermischungen der beiden Rassen eintreten. Und noch ein zweites Beispiel, das den Verlauf über eine Reihe von Jahren erkennen läßt, mag das Gesagte erläutern.

Selektionswirkung der Wirtssorten auf Weizensteinbrandpopulationen. Halle 1929—1935

Befall in %	1929	1930	1932	1933	1934	1935
Herkunft Cosel						
Svalöfs Panzer III	67,0	43,6	57,3	88,8	96,0	82,6
Hohenheimer 77	30,0	50,3	66,9	67,8	80,8	74,8
Herkunft Breslau						
Hohenheimer 77	1,7	20,1	23,6	43,9	66,2	12,5
Heils Dickkopf	24,7	45,8	60,9	86,2	93,5	90,8
Svalöfs Panzer III	50,1	53,9	59,3	90,6	90,3	82,8
Herkunft Halle						
Ridit	0,4	14,8	7,4	36,6	32,2	46,6
Heils Dickkopf	—	32,0	37,9	82,2	68,7	91,8
Svalöfs Panzer III	57,4	70,0	68,7	93,6	78,9	86,3

In diesem Fall handelt es sich um den Weizensteinbrand. Die Zahlen zeigen eindeutig, daß in den sechs Jahren von 1929 bis 1935 der Befall fast durchweg ständig zunimmt, eben weil jede Sorte die Entwicklung der auf ihr gedeihenden Biotypen fördert. Das ist die Tragik der biologischen Spezialisierung: Die Aggressivität der Parasiten erfährt durch das Auftreten neuer Rassen ständig Veränderungen, jede resistente Sorte merzt im Laufe der Jahre die ihr ungefährlichen Rassen aus und fördert die für sie gefährlichen. Das klingt zunächst paradox, aber der Beweis ist eindeutig erbracht. Die Förderung ist nun um so nachhaltiger, je günstiger die Entwicklungsbedingungen für die neuen Rassen sind. Unter diesen Bedingungen, die die Ausbreitung der neuen Rassen fördern, spielt die wichtigste Rolle eben die für sie anfällige Sorte. Je mehr ich den Anbau der neu gezüchteten Sorte ausdehne, um so mehr gebe ich dem Parasiten die Möglichkeit, sich auf dieser zu vermehren.

Die Erkenntnis des Selektionsvorganges erschließt uns nun das volle Verständnis des Zusammenbruchs der Resistenz, wie wir ihn an verschiedenen

Beispielen beobachtet haben; der Zusammenbruch läßt sich fast schrittweise verfolgen. Wenn wir insbesondere an die beiden Beispiele der Phytophthora und des Gelbrostes hier anknüpfen, dann ist der Vorgang in folgender Weise zu deuten. Zunächst die Phytophthora. Wir haben in Dahlem Sorten gezüchtet, die resistent gegen die Phytophthora waren. Wir haben dann diese an die Zuchtstätten gegeben und damit ihre Anbaufläche erweitert. Das erste Auftreten der aggressiven Rasse bleibt im Dunkel, ob sie durch Mutation oder Bastardierung entstanden ist. Auf jeden Fall hat sie zunächst ein verborgenes Dasein geführt und ist nur ganz schwach in Deutschland verbreitet gewesen. Sie hat sich dann auf den resistenten Sorten angesiedelt. In den Jahren 1926 bis 1932 ist der Anbau dieser Sorten immer weiter ausgedehnt worden, infolgedessen ist der Nährboden für diesen neuen Biotypen immer breiter geworden, und er hat sich auf diesen immer mehr vermehren können, bis es dann im Jahre 1932 zum völligen Zusammenbruch dieser Sorten gekommen ist. Beim Gelbrost ist dieser Vorgang besonders eindrucksvoll beim Panzerweizen. Er ist 1915 bei uns auf breiter Basis eingeführt worden, ist dann im Anbau sehr stark gefördert worden, bis er 1923 zusammengebrochen ist. Und das hängt wieder damit zusammen, daß die neue für ihn aggressive Rasse zunächst entweder nicht vorhanden war und dann durch Mutation entstanden ist, oder aber in anteilmäßig so geringer Menge aufgetreten ist, daß sie sich noch nicht breit machen konnte. Mit dem vermehrten Anbau des Panzerweizens dagegen wurde der Nährboden für diese Rasse immer breiter, bis sie sich so stark angereichert hatte, daß auch der Panzerweizen zusammenbrach. Sie sehen also, daß die Resistenzzüchtung bedroht ist, einerseits durch die biologische Spezialisierung als solche, andererseits besonders aber durch die Selektionswirkung, den „Filtereffekt“ der Wirtssorten auf die Rassen, der tatsächlich die Erfolgsaussichten der Resistenzzüchtung außerordentlich stark einschränkt.

Wenn ich so die Schwierigkeiten der Resistenzzüchtung, die ihr besonders aus der biologischen Spezialisierung und aus dem Selektionsvorgang erwachsen, stärker herausgestellt habe, so können abschließend doch auch einige Beobachtungen angeführt werden, die die Schwierigkeiten, die uns aus diesen Erscheinungen erwachsen, etwas einengen. Ich erwähne zunächst die Erscheinung der Gruppenresistenz. Wir verstehen darunter, daß eine einzige Sorte bzw. ein Erbfaktor in dieser Sorte die Resistenz gegen nicht nur eine, sondern mehrere Rassen umschließt. Sie sehen das an dem Schema der Gelbrostresistenz (Abb. 8), in dem der Faktor A, der in einer resistenten Sorte enthalten ist, die Resistenz gegen die Rassen 1, 4, 9, 12, 16, 3, 5, 7 und 8

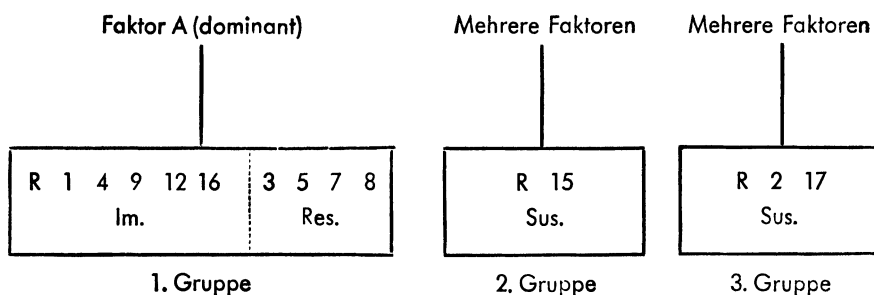


Abb. 8

umschließt. Dabei ist noch zwischen Immunität und Resistenz unterschieden, was uns hier nicht weiter zu interessieren braucht. Die Resistenz dieses Faktors ist also nicht begrenzt auf eine einzige Rasse, sondern auf eine ganze Schar von Rassen. Das ist ein Hinweis darauf, daß wir unter Umständen durch die Einkreuzung die Resistenz gegen eine ganze Reihe von Rassen gewinnen können. Wie sich das auswirkt, zeigt Ihnen die nächste Tabelle für den Steinbrand. Diese Weizenzüchtungen sind mit einem Gemisch von 25 verschiedenen Rassen infiziert worden. Eine ganze Reihe von ihnen sind tatsächlich gegen alle 25 Rassen oder zum mindesten den größten Teil von ihnen resistent. Neben der Gruppenresistenz gibt es noch die kombinierte Resistenz, wie wir sie schon beim Hope-Weizen kennengelernt haben. Wir verstehen darunter die gleichzeitige Resistenz nicht gegen eine ganze Anzahl von Rassen desselben Pilzes, sondern gegen eine ganze Reihe von verschiedenen Krankheitserregern, wie ich es vorhin schon kurz erwähnt hatte, z. B. die Resistenz des Hope-Weizens gegen drei verschiedene Rostarten, zwei Brandarten, Mutterkorn und Fußkrankheit. Und eine dritte Möglichkeit, die hier als die Resistenzzüchtung erleichternd genannt werden kann, ist die lokale Begrenzung der Rassen. Ich sprach vorhin von dem Zusammenbruch der Krebs-Resistenz auf Grund der Rasse, die in Giesshübel in Thüringen aufgetreten ist. Diese Rasse war zunächst auf ein einziges Dorf beschränkt. Es leuchtet ein, daß das Auftreten auf einer so lokal begrenzten Stelle für den Kartoffelanbau insgesamt keine Gefahr bedeutet. Dieses erste Auftreten ist 1941 festgestellt worden. Im Laufe der nächsten Jahre hat die Rasse allerdings etwas an Boden gewinnen können. Sie ist in Thüringen zunächst auf einige weitere Dörfer übersprungen. Wie weit sie zur Zeit vorgedrungen ist, läßt sich nicht sicher sagen. Nach den Nachrichten, die ich aus Ostdeutschland bekommen habe, ist sie ganz langsam im Vordringen. Unsicher ist auch bis heute noch, ob sie be-

Resistenzverhalten neuerer amerikanischer Züchtungen gegen 25 Steinbrandrassen
und mittlerer Steinbrandbesatz in den Steinbrandprüfungsarten (nach Fuchs)

Sorte	CI Nummer	resis-	inter-	anfällig
		tent	mediär	
gegen physio logische Rassen				
<i>Winterweizen</i>				
Hard red winter wheats				
Cache	11 599	21	4	0
Comanche	11 673	22	2	1
H 44 x Minturki . . .	12 022	23	1	1
Minturki	6 155	14	7	4
Nebred	10 094	20	3	1
Oro x Turkey Florence	11 865	25	0	0
Relief	10 082	20	4	1
Rex x Oro	12 421	25	0	0
Rex x Rio	12 234	25	0	0
Rio	10 061	23	0	2
Rio x Rex	12 422	25	0	0
Turkey	11 530	15	9	1
Wasatch	11 925	23	3	0
Yogo	8 033	19	5	1
Soft red winter wheats				
Hope x Hussar	11 682	11	13	1
Hussar x Hohenheimer .	10 068-1	23	1	1
White winter wheats				
Hymar	11 605	15	1	9
Rex	11 689	15	3	7
Turkey x Florence . . .	10 080	19	4	1
Wash. Sel. 6	12 241	23	2	0
<i>Sommerweizen:</i>				
Hard red spring wheats				
Hope	8 178	25	0	0
Komar x Hussar	11 715	25	0	0
Regent x Pilot	12 317	25	0	0
Reliance x Mercury . .	12 204	25	0	0
Renown	11 947	25	0	0
Rival	11 708	17	7	1
White spring wheats				
Hope x Federation . . .	11 947	23	2	0
Orfed	11 913	23	0	2

reits im Bundesgebiet aufgetreten ist. Diese Entwicklung muß natürlich sehr genau im Auge behalten werden; denn wenn auf der einen Seite die lokale Begrenzung der Rassen als ein die Resistenzzüchtung erleichternder Faktor angesehen werden kann, so müssen wir uns andererseits doch immer im klaren sein, daß eine solche Nebenrasse jederzeit zur Hauptrasse werden kann. Und wenn sie zur Hauptrasse wird, dann bringt sie den gesamten Anbau wieder zu Fall. In Amerika ist in neuester Zeit ein umfangreiches Werk über den Braunrost herausgekommen. Der Autor hat insgesamt 4829 Proben des Weizenbraunrostes aus dem gesamten amerikanischen Gebiet untersucht und dabei festgestellt, daß die Rassen 9 und 11 auf insgesamt 64 % aller überhaupt untersuchten Proben nachgewiesen wurden. Schließen wir noch weitere sechs Rassen ein, dann steigt der Anteil sogar auf 96 %. Umgekehrt machen 50 % der überhaupt nachgewiesenen Rassen nur 1 % aus. Eine ganze Reihe von Rassen tritt also nur ganz sporadisch als Nebenrasse auf. Besonders interessant ist das bei einer Rasse, die in Australien verbreitet ist. Es ist nachgewiesen, daß dort bisher nur die Rasse 11 vorkommt. In ihr haben wir also eine kontinental eng begrenzte Rasse vor uns. Aber es besteht jederzeit die Gefahr, daß z. B. durch den Handel, wie wir das schon oft erlebt haben, eine neue Rasse eingeschleppt wird, ein Vorgang, der katastrophale Folgen nach sich ziehen kann. So wird deutlich, daß der Trost der lokalen Begrenzung der Rassen oder Nebenrasse doch nur begrenzt trösten kann, weil eben die Nebenrasse jederzeit zur Hauptrasse werden kann. Und schließlich noch eine vierte Beobachtung, die wenigstens begrenzt positiv bei der Resistenzzüchtung gewertet werden kann. Wir brauchen nicht immer auf absolute Resistenz zu züchten, sondern unter Umständen reicht auch die relative Resistenz aus. Darunter verstehen wir einmal, daß die Resistenz auf bestimmte Entwicklungsstadien des Wirtes beschränkt ist, wie es z. B. für den Schwarzrost zutrifft. Wir kennen eine Reihe von Sorten, die in der Jugend gegenüber dem Schwarzrost anfällig sind, im Alter aber resistent. Und da der Schwarzrost im Freiland verhältnismäßig spät erst auftritt, so genügt im allgemeinen die Altersresistenz. Beim Gelbrost liegen die Dinge freilich schon wieder anders, er tritt früh im Jahre auf, und dann würde eine Altersresistenz nicht ausreichen. Aber immerhin kann sich in gewissen Fällen die Resistenzzüchtung mit der sogenannten Stadienresistenz begnügen. Und neben der Stadienresistenz gibt es noch eine andere Erscheinung, die ja auch in der Humanmedizin zur Genüge bekannt ist, die sogenannte Toleranz. Darunter verstehen wir, daß ein Organismus zwar infiziert ist, aber auf die Infektion nicht mit Krankheit reagiert, daß

er also gewissermaßen den Parasiten toleriert, ihn erträgt, ohne darunter zu leiden. In der Kartoffelzüchtung wird von manchen Seiten die Auffassung vertreten, man sollte sich bei der Züchtung auf Resistenz gegenüber den Virose darauf beschränken, tolerante Sorten zu züchten, die wohl das Virus in sich tragen, aber in ihrer Entwicklung dadurch nicht geschädigt werden. Wir kennen beispielsweise eine Zuchtsorte, die hochtolerant gegen das sogenannte Blattroll-Virus ist. Das würde an sich für praktische Verhältnisse zunächst genügen; es würde besagen, daß diese Sorte zwar durch das Blattroll-Virus befallen wird, aber in keiner Weise darauf reagiert, insbesondere mit keiner Ertragsminderung. Aber wir dürfen eins dabei nicht vergessen: eine solche tolerante Sorte — und darin liegt nun wieder die Gefahr — birgt in sich das Virus. Das Virus wird bekanntlich von Insekten weiter übertragen, so daß eine solche tolerante Sorte wohl selbst nicht gefährdet ist, aber zu einer Gefahr für die Nachbarn wird, da das Virus ja jederzeit auf die Nachbarstaude übertragen werden kann. Darüber hinaus ist sie aber doch auch selbst gefährdet, weil sie der Möglichkeit einer sogenannten Mischinfektion ausgesetzt ist, indem sie mit einem zweiten Virus infiziert wird. Nehmen wir beispielsweise das X- und das A-Virus der Kartoffel. Das X-Virus allein ist für die Kartoffel ziemlich harmlos. Es wird aber gefährlich mit dem Moment, in dem es zu einer Mischinfektion kommt, d. h. indem eine X-krankte Kartoffel gleichzeitig durch das A-Virus infiziert wird. Pflanzen, die durch A und X gleichzeitig infiziert sind, erfahren eine viel schwerere Ertragsdepression.

Damit bin ich am Ende des Überblicks über Möglichkeiten und Grenzen der Resistenzzüchtung. Es kann kein Zweifel sein, daß die Resistenzzüchtung große und größte Erfolge gefeiert hat, die aber zu einer falschen Bewertung verleitet haben. Über jedem Erfolg der Resistenzzüchtung schwebt das Damoklesschwert der biologischen Spezialisierung und des Filtereffektes. Jede resistente Sorte verliert nach einer gewissen Zeit ihre Resistenz und muß dann durch eine andere Sorte abgelöst werden, die für die neu aufgetretenen Biotypen resistent ist. Das ist aber ein Schicksal, das jeder züchterischen Arbeit eignet. Könnte man mit der Züchtung endgültige, bleibende Höchstwerte schaffen, dann würden die Züchter ihr Brot verlieren. Das Ziel der Züchtung ist ja, immer bessere, immer leistungsfähigere Sorten zu schaffen. Im Grunde liegen die Dinge bei der Resistenzzüchtung genau ebenso; eine Sorte, die beispielsweise phytophthoresistent ist, verliert eines Tages ihre Phytophthoresistenz und muß dann durch eine neue ersetzt werden, die gegen den neuen Biotyp der Phytophthora resistent ist. Der Schweizer Botaniker

Gäumann hat deshalb durchaus recht, wenn er in seiner Infektionslehre sein Urteil über die Resistenzzüchtung in dem Satz zusammenfaßt: „Die geistige Haltung des Züchters entspricht einem hochgemuten Pessimismus: er wird nie ans Ziel gelangen — denn dieses schiebt sich immer weiter hinaus —, sondern er ist zufrieden, wenn er seinen parasitischen Verfolgern um einige Jahrzehnte oder Jahre vorausbleibt.“ Über diese Grenzen der Resistenzzüchtung muß man sich klar sein, um ihren unbestreitbar hohen Wert und ihre Möglichkeiten richtig einschätzen zu können.

Diskussion

Professor Dr. Burckhardt Helferich:

Ist Resistenz oder Nichtresistenz sicher an die bestimmte Sorte gebunden oder kann sie auch vom Boden abhängig sein, auf dem die einzelnen Sorten gepflanzt werden, oder von der Düngung?

Professor Dr. Hans Braun:

Die von Herrn Helferich gestellte Frage ist bereits zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht worden, in exakter Weise allerdings nur beim Getreiderost. Hier hat sich gezeigt, daß hoch resistente und hoch anfällige Sorten durch die Düngung in ihrem Verhalten nicht beeinflusst werden können. Bei Sorten mittlerer Resistenz bzw. Anfälligkeit können dagegen bis zu einem gewissen Grade Verschiebungen durch die Düngung eintreten, indem einseitig gesteigerte Stickstoffdüngung die Anfälligkeit, einseitig gesteigerte Kalidüngung die Resistenz steigert. Für den Kartoffelkrebs steht fest, daß eine krebsfeste Sorte unter allen Umständen, ganz gleich, wo sie angebaut wird, krebsfest ist. Gegenteilige Behauptungen konnten bisher stets auf Sortenvermischungen oder -verwechslungen oder eben auf das Auftreten eines neuen Biotyps zurückgeführt werden. Die Praxis geht leicht von der Vorstellung aus, daß, wenn wir im Laboratorium infizieren, wir für den Parasiten so günstige Bedingungen schaffen, wie er sie im Freiland nie findet. Darin steckt ein Körnchen Berechtigung. Wir dürfen aber nicht übersehen, daß wir über die Resistenz einer Sorte zuverlässige Auskunft nur geben können, wenn wir die Zufälligkeiten des Freilandes, die leicht falsche Vorstellungen erwecken können, ausschalten. Dazu kommt noch etwas anderes. Ich erwähnte die Mutationsrate von 1 : 100 000 — 200 000. Wenn wir die Arbeit des Kartoffelzüchters einmal überdenken, so bekommen wir eine Vorstellung davon, wieviele Eigenschaften er kombinieren muß, um eine wertvolle, marktfähige Neuzüchtung zu erzielen. Auf der einen Seite muß sie

eine ganze Reihe von wirtschaftlichen Eigenschaften besitzen, wie Weißschaligkeit, Gelbfleischigkeit, gute Form, flache Augen, guten Geschmack, flache und geschlossene Knollenlage, hohen Ertrag usw. Damit sollen nun eine Reihe von Resistenzeigenschaften verbunden werden, wie Krebsfestigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Viruskrankheiten, gegen Krautfäule, gegen Kartoffelkäfer, gegen Eisenfleckigkeit, gegen Schorf, gegen *Alternaria*, gegen *Rhizoctonia* usw. So ergeben sich leicht mindestens 15 miteinander zu kombinierende Eigenschaften. Wer eine Vorstellung von den Mendelschen Vererbungsgesetzen hat, weiß, ein wie umfangreiches Material geprüft werden muß, wenn die Wahrscheinlichkeit bestehen soll, in ihm die gewünschte Kombination zu finden. Das läßt sich aber nur mit künstlichen Infektionsverfahren erreichen, die uns gestatten, in kürzester Frist über zahlreiche Individuen Auskunft zu erhalten.

Professor Dr. Walter Weizel:

Wenn es offenbar auch schwierig ist, Sorten zu züchten, die gegen alle Biotypen resistent sind, kann man dann zwei Sorten züchten, die jeweils gegen die Hälfte, aber gegen verschiedene Hälften resistent sind. Wenn man abwechselnd diese Sorten anbaut, könnte man die Pilze sozusagen zum Verhungern zwingen, indem in einem Jahr der eine, im anderen Jahr der andere keinen Wirt findet. Ließe sich nicht auf diesem Wege ein Erfolg erzielen, wenn man die Pflanzen nicht gegen alles resistent machen kann?

Professor Dr. Hans Braun:

Es ist interessant, daß hier noch einmal der Gedanke geäußert wird zu versuchen, einen Parasiten auszuhungern. Er ist natürlich auch bei der Resistenzzüchtung aufgetaucht. Ich habe seinerzeit die Krebsprüfungen in Dahlem durchgeführt und vor der Umstellung auf die ausschließliche Zulassung krebsfester Sorten gewarnt, da diese zwangsläufig die Verwerfung in anderer Hinsicht höchst wertvoller Sorten zur Folge haben mußte. Man glaubte damals, den Kartoffelkrebs auf diese Weise ausrotten zu können. Für mich war es nicht zweifelhaft, daß eines Tages ein neuer Biotyp auftreten würde, der die Bestrebungen des Immunanbaus in Frage stellen würde. Und so wird es immer wieder gehen. Das ist eben das Schicksal der Resistenzzüchtung und darauf hinzuweisen, diese Grenze der Resistenzzüchtung klar aufzuzeigen, war eigentlich der Hauptzweck meines Referates.

Professor Dr. Abraham Esau:

Ganz allgemein kann man die Forschung nach zwei verschiedenen Richtungen ansetzen, und zwar erstens: Versuche zu unternehmen, die Schädlinge zu vernichten und zweitens die Erträge zu steigern. Aber nicht nur die chemische und biologische Forschung haben sich mit diesen Problemen — wenn auch in erster Linie — befaßt, sondern auch von physikalischer Seite sind Hilfsarbeiten geleistet worden, die zwar nicht in allen, so doch in einigen Fällen positiv ausgefallen sind.

So kann man mittels Ultraschallwellen und auch elektrischen Wellen die gefürchteten Kornkäfer bekämpfen, die in den Getreidebeständen sehr großen Schaden anrichten.

Andererseits hat die Hochfrequenztechnik schon zu wiederholten Malen — zuerst in Italien — den Versuch gemacht, Samen aller Art vor dem Säen mittels elektrischer Wellen zu bestrahlen. Die ersten in Italien ausgeführten Versuche an Kartoffeln, verschiedenen Sorten Bohnen usw. sollten eine Steigerung des Ertrages von ca. 25 % und eine frühere Reife von etwa 14 Tagen ergeben haben.

Versuche, die wir in Deutschland vor mehreren Jahren bei Freilandkulturen durchgeführt haben, haben einen sicheren Einfluß auf die Ertragssteigerung und die Verkürzung der Reifezeit nicht erzielt.

In neuester Zeit ist mitgeteilt worden, daß bei einer Ultrawellenbestrahlung eine Wachstumssteigerung von gewissen Pflanzen — im vorliegenden Fall Bohnen — beobachtet worden ist, die aber nur bei ganz schwacher Dosierung der elektrischen Energie eintritt.

Weitere Versuchsergebnisse müssen abgewartet werden, bevor eine endgültige Stellungnahme zu ihnen möglich ist.

Es scheint aber, daß von diesen Methoden für die Lösung des Ernährungsproblems nicht viel zu erwarten ist.

Professor Dr. med. Emil Lehnartz:

Aus dem Vortrag von Herrn Braun habe ich den Eindruck gewonnen, daß es sich über die außerordentlich große praktische Bedeutung der angeschnittenen Fragen hinaus doch um ein Problem von einer ganz allgemeinen und grundlegenden Bedeutung, nämlich um die Erforschung genetischer Probleme handelt. Herr Minister Lübke hat mit Recht darauf hingewiesen, daß die Finanzierung der rein praktisch gerichteten Forschung von größter

Bedeutung für die Ernährung unseres Volkes ist. Aber gerade in diesem Falle ist die Beschränkung auf die rein praktische Forschung viel zu eng, diese muß vielmehr getragen werden von einer Fundierung der Grundlage. Soweit ich unterrichtet bin, ist im Augenblick die Lage auf dem fundamentalen Gebiete der genetischen Forschung in Deutschland geradezu katastrophal. Es gibt nur noch wenige Institute, in denen genetische Forschung betrieben wird. Ein Nachwuchs ist kaum noch vorhanden. Im Ausland, vor allem in Amerika, aber auch in der Sowjetunion sind gerade auf diesem Sektor erhebliche Erfolge erzielt worden. Man verfügt dort über Dutzende, wenn nicht Hunderte von ausgebildeten Genetikern, und es gibt auch eine ganze Anzahl von genetischen Forschungsinstituten, während bei uns diese Forschungsrichtung nahezu zum Erliegen gekommen ist, weil sie lange Zeit keine Förderung erfahren hat. Wenn also Erwägungen angestellt werden, die in dem Vortrag von Herrn Kollegen Braun behandelten, praktisch so bedeutsamen Probleme zu unterstützen, so muß mit dem gleichen Nachdruck eine Förderung der Grundlagenforschung auf dem Gebiete der Genetik erhoben werden.

Dr. Heinrich Kaiser:

Ich möchte nach dem zeitlichen Ablauf des Wettlaufs zwischen dem Züchter und den Schädlingen fragen. Wenn ich es recht verstanden habe, Herr Professor Braun, sieht die Sache doch so aus: Es tritt eine konkrete Aufgabe auf, weil irgend eine Feldfrucht krank geworden ist; man muß versuchen, eine resistente Sorte zu finden. Wie lange das dauert, kann man wohl nicht ohne weiteres sagen. Wie lange dauert es aber — nachdem man eine resistente Sorte gefunden hat —, bis eine genügend große Menge an Saatgut zur Verfügung steht, so daß der Anbau im großen beginnen kann? Dann ist mir noch folgendes aufgefallen: Der Parasit kommt ja hinterher und züchtet aus sich eine Sorte heraus, die die resistent gemachten Pflanzen nun doch befällt. Der zeitliche Vorsprung, den der Züchter gewinnt, scheint doch darauf zu beruhen, daß er mit Überlegung auswählt und somit trotz der langsamen Generationenfolge dem Parasiten zuvorkommt. Die Auslese des Parasiten geschieht im Kampf ums Dasein und hinkt trotz seiner schnellen Generationenfolge nach. Wir müßten doch mit der Resistenzzüchtung noch größere Erfolge haben, wenn wir Pflanzen anbauen würden, bei denen die einzelnen Generationen wesentlich schneller aufeinanderfolgten als bei unseren heutigen Kulturpflanzen.

Professor Dr. Hans Braun:

Die Gedanken von Herrn Dr. Kaiser sind durchaus zu verstehen. Ich kann darauf aber nur erwidern, daß wir in der Auswahl unserer Kulturpflanzen natürlich nicht danach gehen können, ob sie sich schnell vermehren, sondern zunächst danach fragen müssen, was wir brauchen und was standortsgemäß ist, und die Kartoffel ist nun einmal die Grundlage unserer Ernährung. Allgemeingültige Angaben darüber, wie lange eine Neuzüchtung braucht, um auf den Markt gebracht zu werden, lassen sich nicht machen. Man wird bei der Kartoffel vielleicht mit 10 bis 15 Jahren rechnen können. Mit der Phytophthora-Resistenzzüchtung haben wir 1923 begonnen, und die ersten phytophthorafesten Sorten erschienen 1940. Dabei ist allerdings die Ausarbeitung des Selektionsverfahrens eingeschlossen. Ich muß noch einmal auf eine Diskussionsbemerkung hin berichtend bemerken, daß es sich bei dem Versagen resistenter Sorten nicht um einen Wechsel in ihrem Verhalten, also ihrer Resistenz handelt, sondern um einen Wechsel, eine Steigerung der Aggressivität des Parasiten, indem eben ein neuer aggressiver Biotyp auftaucht. Der Wechsel tritt also nicht beim Wirt, sondern beim Parasit ein. Der Mangel an pflanzenpathologischen Fachkenntnissen an den landwirtschaftlichen Fachschulen ist, wie ich aus eigener Erfahrung nur nachdrücklichst unterstreichen muß, sehr groß. Die Unkenntnis auf unserem Fachgebiet ist oft geradezu erschütternd, es fehlen die primitivsten Grundlagen. Ich könnte Beispiele am laufenden Band erzählen, vor denen man fassungslos steht. Aber woran liegt das? Da muß ich doch einmal darauf hinweisen, daß auch heute noch vielfach der Pflanzenschutz oder wie es in Parallele zu Human- und Veterinärmedizin richtiger heißen müßte, die Phytomedizin nicht zu den Prüfungsfächern der landwirtschaftlichen Diplomprüfung gehört. Wenn wir unsere akademische Jugend ohne jede Kenntnis über die Krankheiten und Schädlinge unserer Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung von unseren Hochschulen hinausgehen lassen, können wir uns über mangelnde Kenntnisse an landwirtschaftlichen Schulen und in der Praxis nicht wundern. Deshalb muß hier vor allem der Hebel angesetzt werden.

Der Weg der Landwirtschaft von der Energieautarkie zur Fremdenergie

Professor Dr.-Ing. *Carl Heinrich Dencker*, Universität Bonn

Im folgenden ist unter dem Begriff „Energie“ der äußere Bedarf an mechanischer Energie zur Bewältigung der Arbeitsvorgänge in Feld und Hof zu verstehen. Von einer „Autarkie“ zu sprechen ist berechtigt, da der Landwirtschaft früher als „Motoren“ nur die animalischen Motoren Mensch und Zugtier zur Verfügung standen, die ausnahmslos im eigenen Betrieb großgezogen und für die ebenso ausnahmslos der Brennstoff selbst erzeugt wurde. Unter „Fremdenergie“ ist dann sinngemäß die nicht selbst erzeugte Energie zu verstehen, die als Brennstoff für Wärmekraftmaschinen oder in vorverarbeiteter Form als elektrische Energie aus dem städtisch-industriellen Sektor bezogen werden muß; letzteres gilt natürlich auch für die zugehörigen Motoren.

Am Beginn dieses Weges von der Energieautarkie zur Fremdenergie stand die Landwirtschaft auf gleicher Startlinie mit dem Handwerk, dem Gewerbe und dem Verkehrswesen, die ebenfalls im wesentlichen auf der Grundlage der animalischen Motoren standen. Zwar verwendeten einige Handwerkszweige in kleinem Umfange Wind- und Wasserkräfte, aber im wesentlichen handelte es sich doch auf der ganzen Linie um reines „Hand-Werk“. Allerdings war das städtische Gewerbe auf dieser Stufe der animalischen Motoren nicht autark, sondern bezog einen großen Teil der Motoren und die Gesamtheit des Brennstoffes seinerseits aus der Landwirtschaft. Die Verhältnisse lagen also genau umgekehrt wie heute.

Als nun mit dem Einbruch in die Energie-Vorratskeller der Erde das große Rennen um die Ausnutzung der Wärmeenergie anhub, konnten nicht alle Zweige der Volkswirtschaft in gleichem Tempo mithalten, insbesondere blieb die Landwirtschaft in diesem Rennen weit hinten liegen. Die Ursache hierfür lag nicht in mangelndem Können oder Wollen, wie es hie und da in städtischen Kreisen mit etwas pharisäerhaftem Herabsehen geglaubt wird, sondern in *sehr viel größeren Schwierigkeiten*, die zu überwinden waren.

Die Landwirtschaft stellt unvergleichlich größere Anforderungen an die Art der Darbietung der Energie. Die landwirtschaftliche Erzeugung ist

räumlich an die Feldflur und *zeitlich* an den ewigen Ablauf von Saat und Ernte gebunden, und sie ist in ihrem Produktionsprogramm zu jener *Vielseitigkeit* gezwungen, die das notwendige biologische Gleichgewicht zwischen tierischer und pflanzlicher Erzeugung und zwischen den verschiedenen Kulturarten untereinander vorschreibt.

Die *Feldarbeit* (die etwa dem Produktionsvorgang einer Fabrik zu vergleichen wäre) widersetzt sich also jeder Konzentration. Es sind *keine großen Betriebseinheiten* möglich: Selbst ein großes Gut ist nach industriellen Maßstäben ein Kleinbetrieb, und noch größere Latifundien sind keine Betriebseinheiten mehr, sondern nur noch Verwaltungseinheiten für eine größere Zahl von Betriebseinheiten. Es sind auch keine *großen Maschineneinheiten* möglich, denn innerhalb des einzelnen Betriebes muß auf jedem einzelnen Quadratmeter Energie in kleinen Mengen eingesetzt werden, also durch ortsbewegliche leichte Kraft- und Arbeitsmaschinen, die entweder ihren Energievorrat mitführen oder ihn an einer Nabelschnur zugeführt erhalten. Und dieser Energieeinsatz erfolgt *in mehrfacher Wiederholung* im Laufe des Jahres *mit immer verschiedener Art des Ansatzes der Energie*, z. B. beim Ziehen des Pfluges, beim Schwingen der Sense, beim Heben der Ladeförke und dergleichen mehr, also in grundverschiedenen Vorgängen, die im Prinzip auch bei der Mechanisierung ihre Unterschiedlichkeit behalten. Die Aufgabe der Mechanisierung der Feldarbeit auf der Grundlage der Wärmekraftmaschinen ist also sehr viel schwieriger, als sie irgendwo in ortsfesten Fabriken war.

Der zweite Hauptteil der landwirtschaftlichen Arbeiten entfällt auf die *Transporte* (die etwa mit der Verkehrswirtschaft in Vergleich zu stellen sind). Sie machen meist mehr als 50% aller Pferdearbeiten aus. Als Fahrbahn dient neben Straßen und schlechten Landwegen größtenteils der Acker oder die Wiese mit ihrem außerordentlich weiten Bereich der Fahrbahneigenschaften, die obendrein einem ständigen Wechsel unterworfen sind: So z. B. die trockene, griffige Stoppel in der Getreideernte, die bei etwas längerer Stoppel infolge Lagergetreide sofort die Glätte eines Tanzbodens erreicht; oder der nasse, schwere Boden bei der Rübenabfuhr, in dem alle Räder tief einsinken und der Antrieb von Rädern sehr bald unmöglich wird; oder die Wiese mit ihrer festen Narbe, die im trockenen Zustand eine vorzügliche Fahrbahn ergibt, aber bei Nässe sofort alle Antriebsräder rutschen läßt; oder schließlich der tiefgelockerte Boden bei der Bestellung im Frühjahr, bei dem jeder Schritt und jedes Rad tief einsinkt. Hinzu kommt die hohe Druckempfindlichkeit der Fahrbahn bei Nässe und im lockeren Zustand, da eine Verdichtung des Bodens mangelnde Wurzel Ausbildung und geminderten Ertrag bedeutet. Wir

sehen also auch hier Schwierigkeiten, die weit größer sind als irgendwo in der Verkehrswirtschaft.

Der dritte Hauptteil der landwirtschaftlichen Arbeiten wird durch die *Hofarbeiten* dargestellt. Das ist der einzige Bereich, in dem die Verhältnisse etwas günstiger liegen; zwar nicht bei der besonders schweren täglichen Stallarbeit, wohl aber bei der Verarbeitung von Erntegütern (wie Dreschen, Futterbereitung und dergleichen). Hier sind die landwirtschaftlichen Arbeiten konzentrierbar, und zwar sowohl räumlich als auch zeitlich. Bei diesen Arbeiten finden wir daher auch die *ersten* Einbruchstellen für die Fremdenergie.

Wie sieht es nun aus mit der *Anpassungsfähigkeit der verschiedenen Energieformen* und Motoren an diese schwierigen Aufgabenstellungen?

Unter den *animalischen Motoren* spielte der Motor *Mensch* (und spielt trotz aller Mechanisierung noch heute) eine überragende Rolle durch seine hervorragende Anpassungsfähigkeit: Er ist beliebig ortsveränderlich, von leichtem Gewicht, ist ein vielseitiger Werkzeugträger mit vom Auge gesteuerten Werkzeugen, er kann ziehen, drücken, drehen, heben und tragen und kann diese Arbeiten schließlich im Stehen und im Fortschreiten verrichten. In der *Darbietung der Energie* ist er also von einer vollendeten Vielseitigkeit. Aber die von ihm dargebotene *Energiemenge* ist mit etwa ein Zehntel PS nur sehr klein, so daß alle Arbeiten aufgelöst werden müssen in kleine Splitterleistungen. Dadurch entstehen lange Arbeitskettens mit vielen hintereinandergeschalteten Einzelverrichtungen.

Diese verfügbare Leistung wird wesentlich größer bei dem zweiten animalischen Motor *Pferd* (bzw. Zugtier). Sie ist für das einzelne Tier etwa fünf- bis zehnmal so groß wie die des Menschen und steigt bei Mehrfachanspannung bis auf das Zwanzigfache und darüber. Diesem Vorteil steht aber ein sehr schwerwiegender Nachteil gegenüber in der völligen *Einseitigkeit der Darbietung* dieser Energie: Das Zugtier *zieht nur*. Es konnte also jahrhundertlang nur zum Ziehen von Pflug, Egge und Wagen benutzt werden. Alle restliche Arbeit verblieb dem Menschen. Erst im 19. Jahrhundert wurde dieser Mangel des Motors Zugtier bei der Feldarbeit gebessert, als mit der allgemeinen Entwicklung der Industrie *pferdegezogene Landmaschinen* entwickelt wurden, bei denen vom greiferbewehrten Rad der Maschine der Antrieb für Arbeitsvorgänge wie Schneiden, Binden, Roden usw. abgenommen werden konnte.

Aber auch diesem Gewinn waren von Natur aus enge Grenzen gesetzt, und zwar sowohl in der Größe der Energiemenge als auch in ihrer Darbietung.

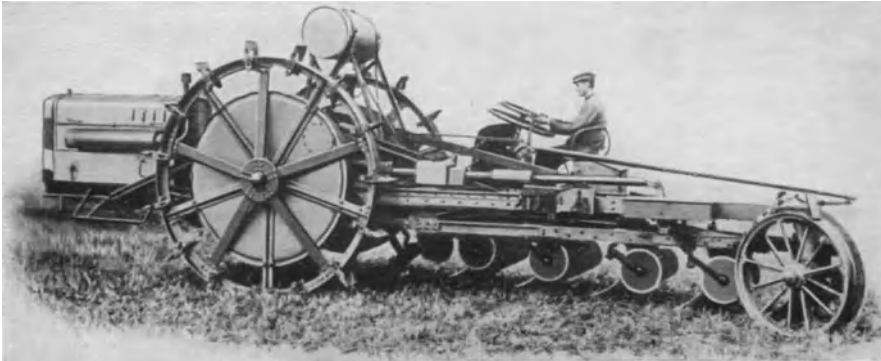


Bild 2

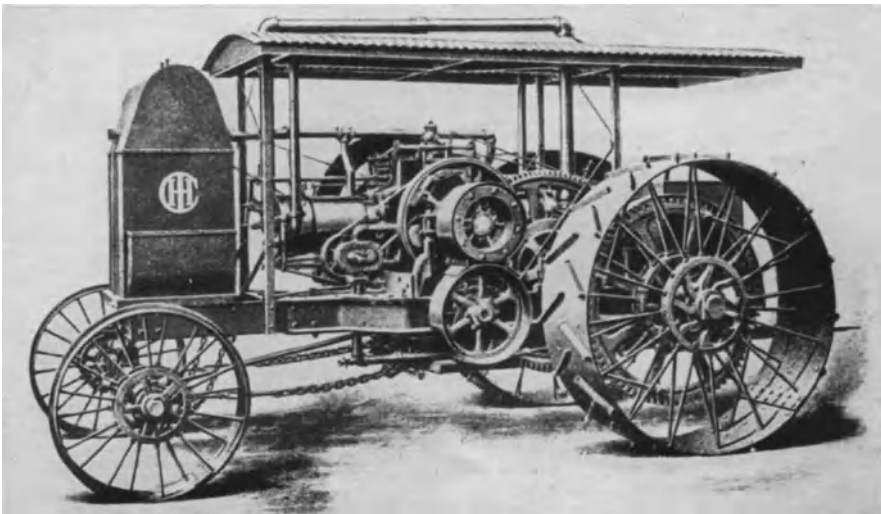


Bild 3



Bild 4

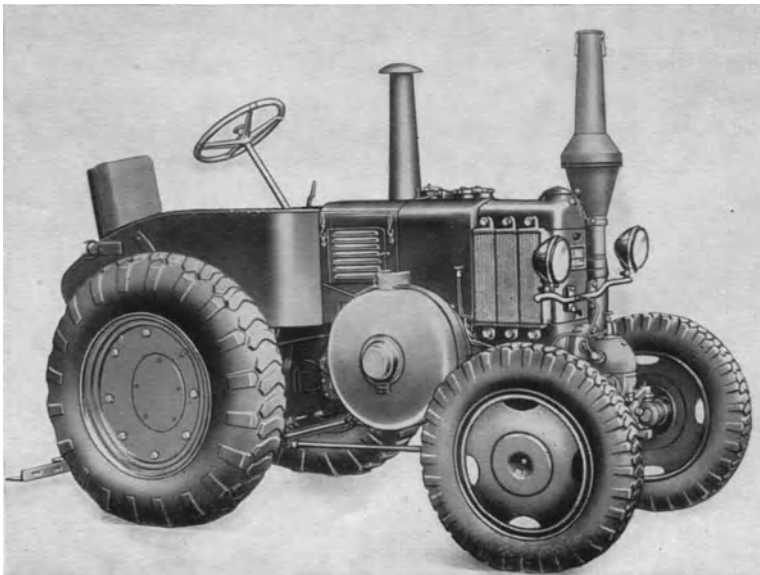


Bild 5

Die Energiemenge, die netto für den mechanischen Vorgang innerhalb der Maschine zur Verfügung stand, lag immer innerhalb der Grenzen von 1—2 PS. Vereinzelte Beispiele für Großgespanne im Ausland haben für uns nur historisches Interesse.

In der Darbietung der Energie war eine entscheidende Grenze durch die Tatsache gesetzt, daß diese vom Rad abgenommene Energie bei der pferdegezogenen Landmaschine nur beim Fahren der Maschine zur Verfügung stand. Damit war von vornherein eine Auswahl getroffen, die nicht etwa alle besonders schweren Arbeiten umfaßte, sondern nur diejenigen Arbeiten, deren Mechanisierung im stetigen Fahren der Maschine möglich war. Der Rest blieb weiterhin der menschlichen Arbeit vorbehalten, vor allem alle schweren Aufladearbeiten, die nur im Stehen oder unstetigen Fortschreiten bewältigt werden konnten.

Für die *Transporte* war das Pferd hervorragend geeignet infolge seiner vorzüglichen Anpassung an nahezu jeden Fahrbahnzustand. Bei der *Hofarbeit* war mit dem *Göpel* ein gewisses Gegenstück zur pferdegezogenen Landmaschine in der Feldarbeit geschaffen. Aber auch hier standen nur 1—2 PS netto zur Verfügung, so daß nur einfache Einzweckmaschinen (wie Dreschmaschinen ohne Reinigung) mit geringer Leistung zu betreiben waren. Auch hier sind vereinzelt Großgöpel im Ausland mit bis zu 24 Pferden nur als Ausnahme von der Regel zu werten.

Das also waren die Gegebenheiten, mit denen sich der Bauer auf der Stufe der Energieautarkie abzufinden hatte. Sehen wir von den letzten Verbesserungen (der pferdegezogenen Landmaschine) ab, so hat die Landwirtschaft Jahrhunderte, ja einige Jahrtausende hindurch auf dieser gleichbleibenden energetischen Grundlage der animalischen Motoren arbeiten müssen: Mit dem Motor Mensch, der zwar universell in der Darbietung, aber klein in der Energiemenge ist, und dem Motor Zugtier, der wesentlich größere Energiemengen zur Verfügung stellt, aber in völlig einseitiger Darbietung. *Auf dieser Grundlage sind alle Verfahren der landwirtschaftlichen Arbeit entstanden*, die den meisten Menschen inner- und außerhalb der Landwirtschaft noch heute als gottgegeben und unabänderlich erscheinen. Wir werden später sehen, wie weit diese Auffassung zu Recht besteht.

Der Startschuß auf jener oben erwähnten Startlinie zum Wettrennen um die Nutzbarmachung der Wärmeenergie wurde gegeben durch die Erfindung der *Dampfmaschine*. Sie war durch ihre schwere Kesselanlage im wesentlichen für eine ortsfeste Verwendung prädestiniert, wo weder das Kesselgewicht

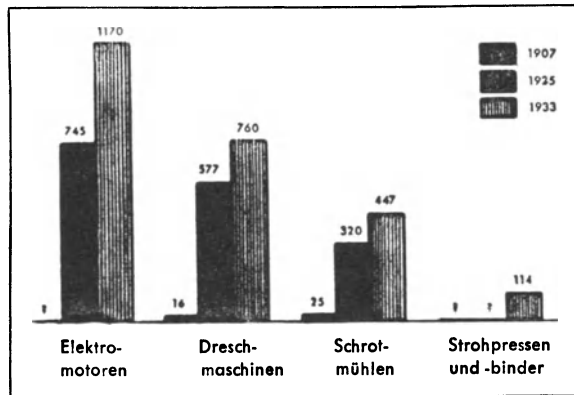
noch die Wasserversorgung ein Hindernis bildeten. Sie leitete daher innerhalb eines halben Jahrhunderts im gewerblichen Sektor auf der ganzen Linie den Umbruch vom „Handwerk“ zur „Industrie“ ein. Damit lief die gewerbliche Wirtschaft, die solange in ihrer Energiegrundlage und damit in dem Gesamtcharakter ihrer Arbeit Schulter an Schulter mit der Landwirtschaft auf der gleichen Linie gestanden hatte, auf und davon. So begann langsam, aber ständig ein soziales Gefälle zwischen Stadt und Land aufzuklaffen, und es entstand das, was wir heute unter dem Worte „Landflucht“ verstehen. Die Dampfmaschine konnte den Anforderungen der landwirtschaftlichen Arbeit nicht entsprechen. Sie war zwar ortsbeweglich auf einer gleichbleibenden und festen Fahrbahn, wie den Schienen der Eisenbahn, einzusetzen, aber nicht auf der Fahrbahn „Acker“, da sie hierfür viel zu schwer und zu schwerfällig war. Auch hier sind vereinzelte Beispiele von Dampfschleppern in den trockenen Steppen der westlichen USA als nicht übertragbare Ausnahme zu bewerten. Bei uns kam die Dampfmaschine höchstens im halbstationären Betrieb und mit der Nabelschnur *Seil*, also als Dampfseilpflug in Betracht. Diese sehr teuren und nur für den einen Zweck des Pflügens verwendbaren Maschinen konnten nur in ganz großen Betrieben wirtschaftlich eingesetzt werden und haben nie mehr als höchstens 1 % unserer Ackerfläche bearbeitet.

Etwas besser sah es für die Dampfmaschine schon mit dem stationären Antrieb, vor allem für das Dreschen aus, wo weder das Gewicht noch die notwendige Wasserversorgung besonders störte. Diese Dampflokomobilen waren billiger als der Dampf pflug und fanden daher bis herunter zu mittleren Gutsbetrieben allgemein Anwendung. Aber die große Masse der Bauernbetriebe konnte an dieser Entwicklung nicht teilhaben, da auch die Dampflokomobile hierfür noch zu teuer und wiederum als Einzweckmaschine nicht genügend auszunutzen war, es sei denn vereinzelt für den Lohndrusch.

Das Ergebnis dieses ersten Einbruches der Fremdenergie durch die Dampfmaschine, das immerhin für einen Zeitraum von 6 bis 7 Jahrzehnten Gültigkeit hatte, war also sehr mager: Die Feldarbeit war nahezu völlig unberührt geblieben, für die Transporte kam die Dampfmaschine überhaupt nicht in Betracht, und nur bei der Hofarbeit war ein einseitiger Einbruch in die bisherige Energieautarkie bei den Großbetrieben gelungen. Damit kam zu dem Spannungsgefälle Stadt—Land als Novum ein weiteres Gefälle *innerhalb* der Landwirtschaft, nämlich zwischen Groß- und Kleinbetrieb hinzu, von dem noch zu reden sein wird.

Die weiteren Einbrüche der Wärmeenergie in die Landwirtschaft erfolgten dann in den einzelnen Ländern in verschiedener Reihenfolge. In dem mit

Bild 1. Zunahme der Motoren und kraftbetriebenen Maschinen in der deutschen Landwirtschaft in 1000 Stck.



europäischer Landwirtschaft vergleichbaren nordöstlichen Teil der USA eroberte sich zuerst der Verbrennungsmotor im Schlepper die dortige großbäuerliche Farmwirtschaft (1920 bis 1925), während die elektrische Energie größtenteils erst in dem Jahrzehnt 1935 bis 1945 allgemein Eingang fand. In Deutschland lagen die Verhältnisse genau umgekehrt: Die Elektrifizierung erfolgte in dem Jahrzehnt 1920 bis 1925, und die Motorisierung mit dem Schlepper begann etwa 1925 und ist auch bis heute noch nicht abgeschlossen. Die Ursache für diese Unterschiede sind recht interessant, aber ich muß mir mit Rücksicht auf die Zeit leider versagen, näher darauf einzugehen.

Bei uns erfolgte also der erste Einbruch der Wärmeenergie in die Landwirtschaft durch die *Elektrizität*. Sie brachte einen ungeheuren Fortschritt, da mit dem Elektromotor auch für den Bauern eine eigene kleine und billige Kraftquelle zur Verfügung gestellt wurde — wenigstens für seine *Hofarbeit* —, auf die er so lange hatte warten müssen. Infolgedessen wurde die gesamte, vor allem die bäuerliche Landwirtschaft Deutschlands in einer stürmischen Entwicklung von 5 bis 10 Jahren praktisch völlig elektrifiziert. Dem Elektromotor folgten in ebenso stürmischem Tempo die von ihm anzutreibenden betriebseigenen Arbeitsmaschinen (Dreschmaschinen, Strohpressen, Häckselmaschinen, Schrotmühlen usw.), vgl. Bild 1. So konnte der jahrzehntelange Vorsprung des Großbetriebes in der Mechanisierung der Hofarbeiten zunächst wieder aufgeholt werden. Daß dann auch der Großbetrieb von der Dampflokomobile sehr bald zum Elektromotor übergang, war nur eine Frage der Kosten und Bequemlichkeit.

Damit hatte die *Landwirtschaft auf dem Sektor Hofarbeit, energiewirtschaftlich gesehen, den Anschluß an die übrige Wirtschaft gefunden*. Will man hierfür Jahreszahlen angeben, so kann man für den Abschluß dieser Entwick-

lung etwa das Jahr fünf 1925 bis 1930 setzen, das bedeutet also gegenüber der Industrie im allgemeinen eine Verspätung von mindestens 50 bis 75 Jahren!

Aber für die *Feldarbeit* brachte auch der Elektromotor noch keine Lösung, da die Nabelschnur Kabel auf dem Acker zu unbequem war. Der Elektro-Seilpflug mit der Hintereinanderschaltung der beiden Nabelschnüre Kabel und Seil konnte sich noch weniger durchsetzen als sein Vorgänger, der Dampfseilpflug. Bei der Feldarbeit blieb also die Landwirtschaft dazu verurteilt, weiterhin hinter der übrigen Wirtschaft zurückzubleiben, und die daraus resultierende soziale und soziologische Kluft wurde weiter und weiter, mit allen sich daraus ergebenden Folgerungen. — Daß der Elektromotor für die dritte Gruppe der Landarbeiten, die *Transporte*, keine Hilfe bedeutete, versteht sich von selbst.

Dann kam der *Verbrennungsmotor*. Er brauchte keine schwere Kesselanlage, war mit seinen hohen Drehzahlen auf ein geringes Gewicht beschränkt, war unabhängig von der Wasserzufuhr und brauchte keine Nabelschnur, da er die nötige Energiemenge in hochkonzentrierter Form mit sich führte. Zum erstenmal konnte daher an eine ortsbewegliche Energiezufuhr auf dem Acker gedacht werden. Aber wie anders war hier der Start für die Ingenieure wie beispielsweise in der Verkehrswirtschaft! Als Benz, Daimler und Ford ihre ersten Autos bauten, stand die Grundaufgabe von vornherein fest: Ein Fahrzeug durch Antrieb der Räder selbstfahrend zu machen. Bei der Motorisierung der Feldarbeit dagegen wurde drei bis vier Jahrzehnte lang allein um die Grundaufgabe mühsam gerungen, und sie veränderte sich mit den ständig erweiterten technischen Möglichkeiten von Jahr fünf zu Jahr fünf. Zuerst ging man von dem Vorhandenen aus, d.h. bei uns von dem Dampfseilpflug zum „Motorpflug“. Robert Stock schuf mit seinem im Deutschen Museum ausgestellten „Tragpflug“, bei dem der Motor auf den von zwei großen Greiferrädern getragenen Pflugrahmen aufgebaut war, eine schlechthin geniale Lösung hierfür. Aber das Ergebnis war doch nur eine Einzweckmaschine, die den größeren Betrieben vorbehalten blieb (Bild 2: Tragpflug der Hanomag, etwa 1924). In den USA ging man ebenfalls von dem Vorhandenen aus, und zwar den in der westlichen Steppe entstandenen Dampfschleppern zu entsprechenden großen Motorschleppern (Bild 3). Es waren Riesenungetüme, deren Einsatzmöglichkeit sehr beschränkt war, aber es waren immerhin schon „Schlepper“, die alles Mögliche schleppen konnten. Eine solche Mehrzweckmaschine mußte also siegen, sobald den großen Ungetümen die erste kleine, leichte und wendige Maschine folgte. Das war der

Fordson, mit dem sich Ford ein vielleicht noch größeres Denkmal gesetzt hat, als mit seinem ersten Großserien-Kraftwagen. Seither läuft die Entwicklung in den beiden führenden Ländern, den USA und Deutschland, im großen und ganzen parallel, wobei allerdings in den USA der Ottomotor, bei uns der Diesel- und Glühkopfmotor vorherrscht.

Zuerst waren aber auch diesem Schlepper noch enge Grenzen gezogen durch seine beschränkte Art der Energiedarbietung. Er war *eisenbereift* (Bild 4), da alle bis dahin bekannten Voll- und Luftgummibereifungen auf Acker und Wiese hoffnungslos rutschten. Mit seiner Eisenbereifung fiel er daher für die Transporte ganz aus und blieb auch bei der Feldarbeit nur auf Arbeiten beschränkt, bei denen er auf festem Boden lief, d. h. zur groben Bodenbearbeitung und am Ende der Wachstumsperiode zum Ziehen von Erntemaschinen. Er ermöglichte also nur eine Teilmotorisierung, bei der die Pferde, sogar in weit überwiegender Zahl, beibehalten wurden. Er konnte nur etwa 20% der in den Hauptspitzenzeiten anfallenden Arbeiten leisten, also auch nur 20% der Pferde ersetzen. Die untere Grenze der Betriebsgröße war daher durch den Schlepper dort gesetzt, wo diese 20% gerade noch eine unteilbare Einheit, nämlich ein Zweigespann ausmachten, d. h. im 10-Pferde-Betrieb, der im großen und ganzen *etwa bei der Betriebsgröße von 100 ha* zu suchen war. Im Altreich hatten wir nach der Statistik nur etwa 17 000 Betriebe über 100 ha, und in der Tat hat die Zahl der Schlepper diese Zahl während der ganzen Zeit des eisenbereiften Schleppers auch nicht überschritten.

In diesen Großbetrieben brachte der Schlepper mit seiner um das Mehrfache vergrößerten Schlagkraft einen entscheidenden wirtschaftlichen Nutzen, und so wurde erneut eine *Kluft zwischen Groß- und Kleinbetrieb aufgerissen*. Sie dauerte zwar nicht ein halbes Jahrhundert, wie seinerzeit mit der Lokomobile bei der Hofarbeit, sondern nur etwa ein bis eineinhalb Jahrzehnte. Aber diese Zeit fiel nicht in eine Periode allgemeinen Friedens, wie jenes halbe Jahrhundert, sondern in eine Zeit schwerer wirtschaftlicher, sozialer und politischer Unruhen und Umwälzungen in der ganzen Welt. Und hier hat diese vorübergehende Benachteiligung des Kleinbetriebes geradezu als Zündstoff gewirkt. Die voreilige Folgerung, daß „der Bauer doch nicht mitkommen kann“, lieferte den willkommenen Vorwand für die aus politischen Gründen als notwendig erkannte Vernichtung des Bauerntums im Bereich der politischen Kommandowirtschaft östlicher Prägung. Es ist kein Zufall, daß die Kollektivierung des russischen Bauerntums in den Jahren von 1928 bis 1933 vollzogen wurde, d. h. in dem Jahr fünf der ausschließlichen Herrschaft des dem Großbetrieb vorbehaltenen eisenbereiften Schleppers. Bei uns blieb es bei einem einzigen

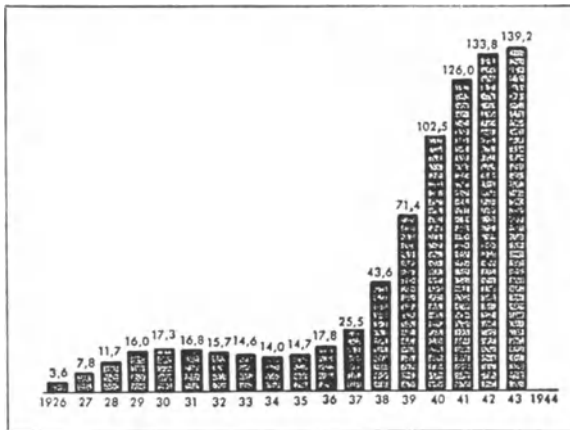


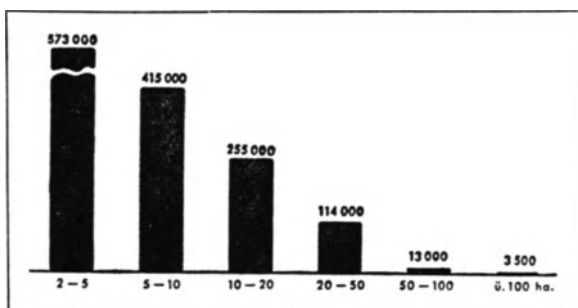
Bild 6. Entwicklung des Schlepperbestandes in der deutschen Landwirtschaft in 1000 Stück.

Experiment einer solchen Zusammenlegung bäuerlicher Felder in Süddeutschland, das von einer Hochschule ausging; es handelte sich selbstverständlich nicht um ein Kollektiv im bolschewistischen Sinne, aber doch um eine Produktivgenossenschaft mit zusammengelegten Großflächen. Es hat keine Nachahmer gefunden.

Daß man den Ernst dieser Situation damals auch in weiteren Kreisen erkannt hat, kennzeichnet die Tatsache, daß der Völkerbund ein hochdotiertes Preisausschreiben für die Schaffung von bäuerlichen Kleinschleppern erließ. Es mußte auf der damaligen Stufe der Greifer- oder (zu teuren) kettenbewehrten Laufwerke scheitern. Aber die Technik blieb nicht stehen: Mit Hartnäckigkeit wurde das Ziel verfolgt, beim Schlepper die Art der Darbietung der Energie mindestens so vielseitig zu gestalten wie beim Pferd, also auch die Transporte zu ermöglichen durch beliebigen Wechsel vom Acker auf die Straße und umgekehrt. Die Lösung kam 1932 aus den USA in Gestalt der Niederdruckriesenreifen (Bild 5), die bei Drücken von nur etwa 1 atü eine so große Auflageellipse zeigten, daß die Bodenhaftung unter normalen Verhältnissen für die Feldarbeit ausreichte. Diese Schlepper-Luftbereifung hat sich trotz aller anfänglichen Bedenken in allen Ländern auf der ganzen Linie schnellstens durchgesetzt.

Damit fiel die Schranke des nur 20prozentigen Pferdeersatzes und der unteren Grenze der Betriebsgröße für den Schleppereinsatz bei 100 ha. Jetzt konnte der Schlepper 50 und 60 % der Pferdearbeiten durchführen, also auch mindestens 50 % der Pferde ersetzen. Damit wurde die *Betriebsgrößen-Grenze herabgesetzt* auf den 4-Pferde-Betrieb mit etwa 25 bis 30 ha. Und wieder schwenkten die Bauern wie seinerzeit beim Elektromotor mit einem geradezu

Bild 7. Zahl der Betriebe in den verschiedenen Betriebsgrößenklassen. Bundesgebiet.



stürmischen Elan auf diese neu gebotene Möglichkeit des Einsatzes von Fremdenergie ein, wie die statistischen Zahlen über die Schlepperzunahme in Bild 6 zeigen. Erleichtert wurde diese Umstellung durch das gleichzeitige Auftreten des luftbereiften Ackerwagens, der bei gleicher Belastung etwa den halben Zugkraftbedarf erforderte.

Aber trotz aller glänzenden Erfolge dieses luftbereiften Schleppers blieb auch ihm noch eine Grenze gezogen. Aus der statistischen Zusammenstellung der Zahl von Betrieben verschiedener Betriebsgrößen in Bild 7 ist erkenntlich, daß immer noch der weit überwiegende Teil unserer Bauernbetriebe unter der neuen Grenze von 25 bis 30 ha liegt. Das Bild sieht zwar etwas günstiger aus, wenn man den Anteil der verschiedenen Betriebsgrößenklassen an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche ansieht (Bild 8), aber selbst hier überwiegen die Betriebe unter dieser Grenze noch mit etwa zwei Drittel der Gesamtfläche. In diesen kleinen Betrieben stellt sich als neue Schwierigkeit die *geringe Teilbarkeit der wenigen Arbeitseinheiten* in den Weg: Wo nur zwei Pferde vorhanden sind, steht der Bauer vor dem Entweder — Oder. Statt der *Teilmotorisierung* in den größeren und mittleren Betrieben kommt für ihn nur eine *Vollmotorisierung* in Betracht. Der Schlepper muß dann auch die Arbeiten der letzten Pferde übernehmen, also auch die Leichtarbeiten, vor allem für die Bestellung und für die Pflanzenpflege. Das wirft eine Fülle von neuen Problemen auf. So muß der Schlepper, der bisher nur „schleppen“ sollte und infolgedessen auf schweres Gewicht gezüchtet war, ein wesentlich geringeres Gewicht haben und trotzdem seine genügende Zugfähigkeit für die verbleibenden schweren Arbeiten behalten. Dieses Ziel des leichten Gewichtes ist beim deutschen Dieselschlepper schwieriger zu erreichen als beim amerikanischen Schlepper mit Ottomotor. Es ist daher eine deutliche Tendenz in Richtung auf den Zweitaktmotor und die Luftkühlung zu beobachten. Um trotz des geringen Gewichtes die Zugfähigkeit zu erhalten, haben die Luft-

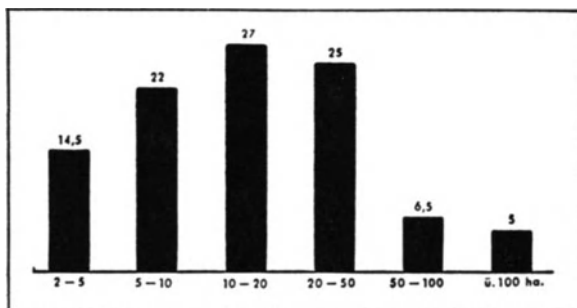


Bild 8. Anteil der Betriebsgrößenklassen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Prozent, Bundesgebiet.

reifen wieder höhere, greiferartig gerippte Profile bekommen. Um in den Reihen der Kulturen ohne Schädigung von Wurzel- und Blattwerk der Pflanzen arbeiten zu können, sind die niederen, breiten Räder ersetzt worden durch schmale Räder von größerem Raddurchmesser (Bild 9). Die Arbeitswerkzeuge müssen zum großen Teil vom Schlepper getragen werden, und zwar z. T. im Sichtbereich des Mannes, da dieser ja nicht mehr wie beim Gespanngerät hinter der Maschine hergeht, sondern den Schlepper gewissermaßen reitet. Schließlich muß eine umfangreiche Normungsarbeit bewältigt werden, die quer durch die ganze Schlepper- und Geräteindustrie und — was ein völliges Novum darstellt — auch die Landwirtschaft hindurchgeht, da diese sich mit den Reihenweiten ihrer Hackfrüchte an die Spurweiten der Schlepper und Geräte anzupassen hat.

Wir stehen zur Zeit mitten in dieser Entwicklung. Während noch im vorigen Jahr die Zahl der pferdelos wirtschaftenden Betriebe im Bundesgebiet nicht mehr als einige Dutzend betrug, sind es in diesem Jahr schon Hunderte, und diese Entwicklung wird trotz aller begreiflichen Hemmungen der Landwirtschaft, die sich in der sehr zögernden Abschaffung der Pferde auch bei der bisherigen Teilmotorisierung widerspiegeln, rasch fortschreiten.

Wir sind aber auch damit noch nicht am Ende dieser dramatischen Entwicklung von der Energieautarkie zur Fremdenergie, sondern stoßen erneut auf eine Grenze, die wiederum durch eine andere Schwierigkeit bedingt ist. Diese Grenze ist dort gezogen, wo wir zu den kleinen Familienwirtschaften etwa unter 10 ha kommen, die überwiegend mit *Rindviehanspannung* arbeiten. Hier ist die *Kostenfrage* sehr viel schwieriger zu lösen, da beim Schlepperkauf kein Verkaufserlös für abgeschaffte Pferde zur Verfügung steht, und da die laufenden Betriebsstoffkosten nicht durch eine entsprechende Einsparung an Pferdefutter ausgeglichen werden. Es liegt also ein ähnliches Problem vor, wie seinerzeit bei der Dampflokomobile, die unter einer

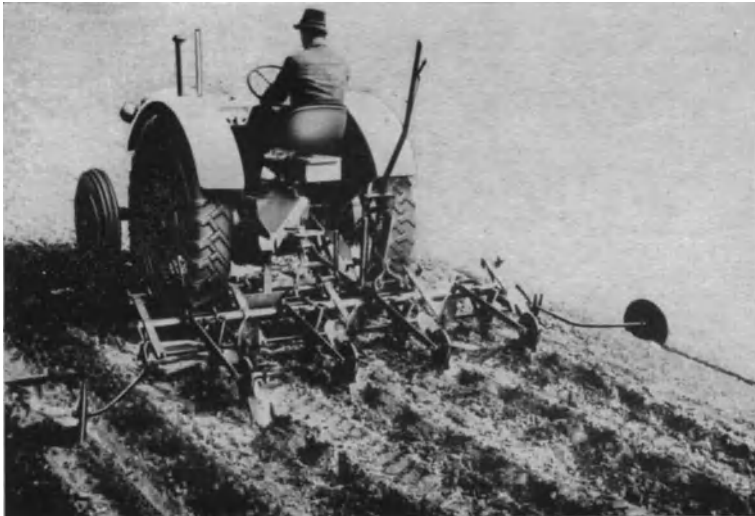


Bild 9



Bild 11



Bild 12



Bild 15

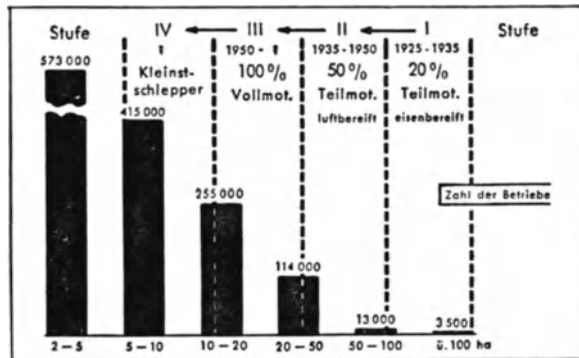


Bild 10

gewissen Größe nicht mehr billiger gebaut werden konnte. Und so wie dort durch den viel billigeren Elektromotor von der Technik eines Tages eine völlig neuartige Lösung geboten wurde, so werden wir auch hier nach einer neuartigen Lösung forschen müssen, die die Motorisierung der kleinstbäuerlichen Feldarbeit auf einer wesentlich billigeren Kostenebene ermöglicht. Ansätze hierzu sind vorhanden, aber wir werden zweifellos noch mit einer längeren Entwicklungszeit rechnen müssen.

Damit ist der zeitliche Ablauf dieses Siegeszuges des Verbrennungsmotors in der Feldarbeit in seinen Hauptetappen zu übersehen. Die vier Etappen schälen sich sehr deutlich heraus (Bild 10): Die erste Stufe mit dem eisenbereiften Schlepper, die mit ihrer nur 20prozentigen Teilmotorisierung im wesentlichen dem Großbetrieb über 100 ha vorbehalten blieb und deshalb im Bundesgebiet nicht mehr als vielleicht 5000 Betriebe umfaßte; sie beherrschte etwa das Jahrzehnt von 1925 bis 1935. Anschließend die zweite Stufe, gekennzeichnet durch den luftbereiften Schlepper, die mit ihrer 50prozentigen Teilmotorisierung die großbäuerlichen Betriebe bis etwa 25 bis 30 ha Größe einbegriff und damit vielleicht 50—60 000 Betriebe umfaßte. Sie begann etwa 1935 und war mit Unterbrechung durch den Krieg etwa 1950 im großen und ganzen abgeschlossen. Ihr folgt die dritte Stufe, die durch die 100prozentige Vollmotorisierung gekennzeichnet ist und bis an die untere Grenze der pferdehaltenden Betriebe von vielleicht 10 bis 12 ha heruntergeht; sie umfaßt fast eine Viertelmillion von Betrieben und ist zur Zeit gerade angelaufen. Wenn diese Stufe nach einem weiteren Jahrzehnt voll abgeschlossen wird, so bleibt als Letztes die große Masse von über 450 000 kleinstbäuerlichen Betrieben mit überwiegender Rindviehanspannung übrig, für die eine Zeitprognose vorläufig nicht gestellt werden kann, solange die typischen technischen Lösungen noch fehlen.

Damit ist nach einem rund hundertjährigen Ringen der Einbruch der Fremdenenergie in die Landwirtschaft auf der ganzen Linie geglückt: Bei der Hofarbeit ist er restlos vollzogen; bei der Feldarbeit und den Transporten ist die Umstellung schon weitgehend erfolgt und der Rest bereits in Bewegung geraten. Was der Dampfmaschine und dem Elektromotor nicht gelang, glückte dem Verbrennungsmotor: Das Pferd in seiner Art der Darbietung der Energie voll zu erreichen und damit ersetzbar zu machen. Ja, der Verbrennungsmotor im Schlepper hat sogar das Pferd heute weit übertroffen! Schon der eisenbereifte Schlepper konnte Arbeiten vollbringen, die dem Pferd versagt blieben, nämlich im Stand antreiben mit Hilfe von *Riemenscheibe* und Regler, also im Wettbewerb oder zur Ergänzung des Elektromotors bei der Hofarbeit. Noch wichtiger war aber seine Fähigkeit, auch während des Ziehens zu treiben mit Hilfe der sogenannten Zapfwelle. Das hatte eine ungeheure Bedeutung für die Vervollkommnung unserer Erntemaschinen, da die Grenze für die übertragbare Leistung von 1—2 PS beim Bodenantrieb der pferdegezogenen Landmaschine auf 10 bis 15 PS bei dem Zapfwellenantrieb der schleppergezogenen Landmaschine stieg. Hierdurch wurde der Binder als Getreideerntemaschine erst wirklich universell verwendbar, auch unter schwierigen Bedingungen, wie Lagergetreide, und vor allem wurde damit ein seit 70 Jahren vergeblich umkämpftes Ziel erreicht, nämlich ein voll absiebender Kartoffel-Vorratsroder. In der jüngsten Zeit wird dieses Bild abgerundet durch das Hinzukommen des hydraulischen *Krafthebers*, mit dem der Schlepper in die Lage versetzt wird, auch zu heben und zu drücken, beispielsweise beim Ein- und Ausheben der Geräte. Vor allem kann er mit dieser Einrichtung die schweren Landarbeiten (Bild 11) übernehmen, die auf der Stufe des Zugtieres noch dem Menschen vorbehalten blieben.

In bezug auf die Vielseitigkeit in der Darbietung der Energie hat also der Schlepper heute den Motor Mensch erreicht. In bezug auf die Stärke übertrifft er den Motor Mensch um das Hundertfache und auch das Mehrgespann von Zugtieren noch um ein Mehrfaches.

Damit hat sich die *Energiegrundlage*, von der oben die Rede war, auf der alle unsere landwirtschaftlichen Verfahren entstanden sind, von Grund auf verändert. Und so ergeben sich Folgerungen aus der Mechanisierung, die weit über den einfachen Ersatz des Pferdes durch den Motor oder über eine einfache Arbeiterleichterung hinausgehen. Alle landwirtschaftlichen Arbeitsverfahren, vor allem die der Ernte und der Verarbeitung, sind, wie wir sahen, Folgerungen aus den energetischen Voraussetzungen, die die animalischen Motoren lange Jahrhunderte hindurch geboten hatten. Diese Voraussetzun-

gen sind jetzt gefallen, und damit sind auch die darauf aufgebauten Folgerungen nicht mehr zwangsläufig. *Es werden andere Verfahren möglich*, so z. B. durch Verkürzung der Arbeitskettten infolge Zusammenfassung je mehrerer Glieder oder auch durch Umstellung in der Reihenfolge der Arbeitsvorgänge, oder schließlich auch durch Nutzbarmachung anderer biologischer Grundlagen der Reifung, Gärung, Trocknung usw., die tiefgreifende Veränderung der Verfahren ermöglichen. Dadurch ist geradezu eine *Revolution der Verfahrenstechnik* ausgelöst, an deren ersten Anfängen wir stehen, und deren Ende noch nicht abzusehen ist. Ich kann diese Entwicklung nur durch wenige Beispiele andeuten.

Am bekanntesten geworden ist der *Mähdrusch* als Getreideernteverfahren, bei dem das bisher in zahlreichen Einzelarbeitsgängen übliche Mähen, Einfahren, Einlagern, Dreschen und Strohbindeln in einem einzigen Arbeitsgang zusammengefaßt ist (Zusammenfassung der Glieder); bei dem ferner das Dreschen vor dem Einfahren erfolgt (Umstellung in der Reihenfolge der Arbeitsvorgänge), und wobei schließlich das Korn seine Totreife auf dem Halm erreicht statt, wie bisher, in der Gelbreife geschnitten und dann einem wochenlangen Schwitzprozeß unterworfen zu werden (anderer biologischer Vorgang). Dieses ursprünglich in den weiten, trockenen Steppen der westlichen USA aus Gründen der Arbeitersparnis entwickelte Verfahren hat jetzt auch die meisten europäischen Länder erobert, und wir stehen vor der Entscheidung, ob und in welcher Form ein solches Verfahren unter unseren kleinbetrieblichen, intensiveren und klimatisch ungünstigeren Verhältnissen in Betracht kommt. Seine Bedeutung liegt möglicherweise nicht so sehr in der Arbeitersparnis, da wir das Stroh im Gegensatz zur extensiven Landwirtschaft der typischen Mähdruschländer doch bergen müssen, wie vielmehr in der Risikoverminderung bei ungünstigem Witterungsablauf. Das Problem des Mähdrusches erscheint bei uns also gekoppelt mit dem Problem der Trocknung, wobei die Frage Warmluft-Schnelltrocknung oder Kaltluft-Langsambelüftung zur Zeit eingehender Durchforschung seitens der Wissenschaft unterworfen wird.

Ein zweites Beispiel der Verfahrensänderung bietet die *Stallmistwirtschaft*, die bisher eine der längsten Arbeitskettten von 10 bis 16 zum Teil schweren Arbeitsgängen in Stall, Hof und Feld umfaßte. Hier konnte das Pferd nur wenig helfen, da es ja nur für den Transport einzuschalten war. Mit Hilfe des Elektromotors auf dem Hof und des Schleppers beim Transport und auf dem Felde kann diese Kette jetzt radikal verkürzt werden. Mit dem Elektromotor kann z. B. das Stroh sofort hinter der Dreschmaschine gehäckselt und

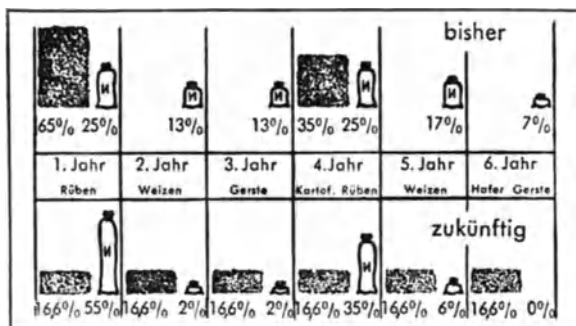


Bild 13. Düngerverteilung in der Fruchtfolge.

an den Lagerort über dem Stall geblasen werden. Das Aufladen, das bisher eine der schwersten Arbeiten in der Landwirtschaft darstellte, kann ohne Mühe mit dem hydraulischen Lader (Bild 11) erfolgen, und das Ausfahren und Streuen durch den Schlepper mit angehängtem, zapfwellengetriebenen Stallmiststreuer (Bild 12). Damit ist zugleich der Weg frei für einen völlig neuen, biologischen Einsatz: Da jetzt im Gegensatz zum früheren handgestreuten Langstrohmist *auch kleine Gaben* mit genügender Gleichmäßigkeit der Verteilung gegeben werden können, kann eine völlige Umstellung der Stallmistgaben innerhalb der Fruchtfolge erfolgen. Es ist nicht mehr erforderlich, den Stallmist in konzentrierter Gabe jedes 3. oder 4. Jahr auf $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ der Fläche zur Hackfrucht zu geben, sondern er kann alljährlich auf der ganzen Fläche in kleinen Gaben wie Kunstdünger zu jeder Kulturart gegeben werden. Um auf die gleiche Gesamt-Nährstoffmenge bei den einzelnen Kulturen zu kommen, müßten die bisher gegebenen Mengen an Mineraldünger entsprechend herauf- oder herabgesetzt werden (Bild 13).

Oder schließlich ein drittes Beispiel: Die größten Verluste mußte die Landwirtschaft bisher bei der *Heuernte* in Kauf nehmen durch das Wetterrisiko. Das Heu muß von 80% Feuchtigkeit des frischen Grases auf 20% herabgetrocknet werden, was beim landesüblichen Verfahren der Bodenwerbung durch Breiten und mehrmaliges Wenden während des Tages geschieht. Für die feuchten Nachtzeiten wird es auf möglichst geringe Oberfläche in Haufen oder Schwaden zusammengeschlagen. Im allgemeinen sind hierfür 3—4 Tage notwendig, bis die Feuchtigkeitskurve die 20%-Linie schneidet (vergl. Bild 14 nach Professor Segler, Braunschweig). Gutwetterperioden von vier Tagen sind aber sehr selten; kürzere Perioden von drei oder gar zwei Tagen sind sehr viel häufiger, so daß eine Abkürzung der Trockenzeit um einen oder zwei Tage durch Einsatz der größeren Schlepperenergie eine entscheidende Verringerung des Wetterrisikos zur Folge hätte. Das ist z. B. dadurch erreich-

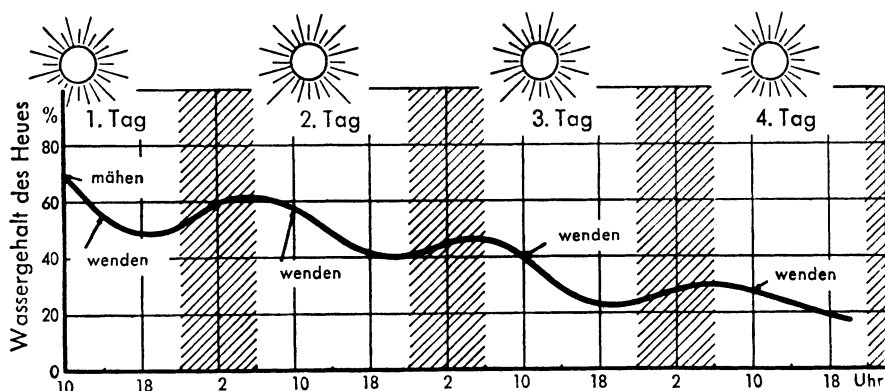


Bild 14. Schlechte Heugewinnung mit hohen Nährwertverlusten bei lang ausgedehnter Trockenzeit.

bar, daß hinten am Schlepper ein sogenannter Zetter angehängt wird, der mit Zapfwellenantrieb den im gleichen Arbeitsgang frisch geschnittenen, schuppenförmig und dicht aufeinanderliegenden Grasschwad intensiv auflockert (Bild 15). Jetzt können Sonne und Wind sofort mit ihrer intensiven trocknenden Wirkung einsetzen, während bisher der Schwad festgepackt liegen blieb, bis die gesamte Mäharbeit beendet und mit demselben Gespann die Wendearbeit begonnen werden konnte. Bei günstigem Wetter ist es dann möglich, sogar im Laufe des zweiten Tages bereits die Linie des 20%igen Feuchtigkeitsgehaltes zu schneiden (Bild 16) und das Heu in bester Qualität einzufahren. Bei Blattheu (Klee und Luzerne) könnte die Energie des Schleppers dazu eingesetzt werden, um in Verbindung mit diesem Zetten ein gleichzeitiges Knicken oder Quetschen der dicken und schwer trocknenden Stengel zu bewirken, damit sie schneller trocknen und ebenfalls ein früheres Einfahren ermöglichen.

Diese Beispiele können nur einen kleinen Ausschnitt aus der Fülle der in Angriff genommenen Möglichkeiten geben, die der Schlepper erschlossen hat, zu denen noch viele im Schoße der Zukunft schlummernde Möglichkeiten hinzukommen. In allen Fällen handelt es sich darum, den Umfang und die Schwere der menschlichen Arbeit entscheidend zu vermindern und dabei gleichzeitig den Ertrag dieser Arbeit zu steigern durch Erhöhung der Erträge und Verminderung des Risikos oder der Verluste.

Hier liegt heute die *Hauptfront der wissenschaftlichen Forschungsarbeit*. Sie greift über den engen Rahmen der Landtechnik weit hinaus. Es handelt sich ja nicht mehr darum, einzelne Arbeitsgänge zu mechanisieren, wie z. B. früher bei der Schaffung der Mähmaschine oder der Dreschmaschine, die noch ausgesprochene Aufgaben für den einzelnen Ingenieur oder Erfinder

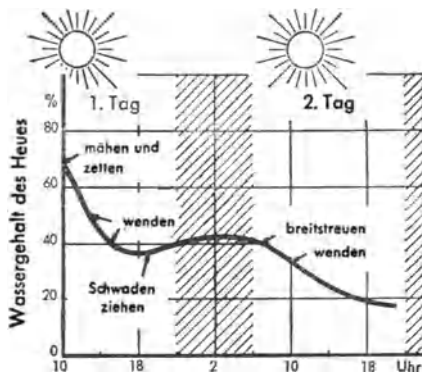


Bild 16. Gute Heugewinnung mit geringen Nährwertverlusten bei kurzer Trockenzeit.

darstellten. Vielmehr stehen wir heute vor der Notwendigkeit, *nach Verfahrensmöglichkeiten zu suchen, die auf der neuen Energiegrundlage möglich sind*; hierbei gibt die Technik zwar in der Regel mit den von ihr geschaffenen neuen Möglichkeiten den Anstoß, aber bei der Ausarbeitung sind jeweils eine Reihe von Nachbardisziplinen — die Züchter, Bodenbiologen, Humusforscher, Arbeitswissenschaftler usw. — mit beteiligt. An die Stelle der Arbeit des einzelnen Ingenieurs

oder Erfinders tritt also die Gemeinschaftsarbeit (team work), für deren Anregung und Förderung wir eine besonders wirkungsvolle Grundlage in unserem Kuratorium für Technik in der Landwirtschaft sowie in dem Landwirtschaftlichen Forschungsrat geschaffen zu haben glauben.

Als Ziel steht vor uns neben der volkswirtschaftlich so dringenden Mehrerzeugung durch Futterflächeneinsparung, Mehranbau von Intensivkulturen (Hackfrüchten), Ausdehnung des Zwischenfruchtbaues und Verminderung von Risiko und Verlusten, vor allem die *Arbeitserleichterung* und damit das Aufholen des jahrzehntelangen sozialen Vorsprungs von Stadt und Industrie. Zwar ist das Bild, das ich vor Ihnen entwarf, unvollständig, da ich nicht zugleich über die *Frauenarbeit* gesprochen habe, die in ähnlicher Weise durch den Einsatz der Fremdenergie beim Melken, beim Waschen und Kochen ungeheuer zu entlasten ist und dann auch das junge Bauernmädchen nicht mehr abschreckt, als Bäuerin auf dem Lande zu bleiben. Die Zeit reicht aber leider nicht mehr aus, auch diese zweite Hälfte des Bildes ausführlicher zu behandeln.

Das letzte und größte Ziel heißt also für uns ganz einfach und unwissenschaftlich: Die besten Kräfte unseres Landvolkes auf dem Lande festzuhalten und der seit Jahrzehnten wirksamen negativen Auslese Einhalt zu bieten, die den tatkräftigen Bauernjungen und das hübscheste Bauernmädchen vom Lande fortlockte in die Stadt. Eine Auslese, die nicht zuletzt ausgelöst war durch das lange Zurückbleiben der Landwirtschaft in dem Wettlauf um die Ausnutzung der Wärmeenergie.

Diskussion

Minister Lübke:

Herr Professor Dencker hat in einer großen Versammlung in Altenhündem vor etwa 1½ Jahren vor der Subventionierung zur Anschaffung von landwirtschaftlichen Maschinen abgeraten, weil dies immer Geschenke an einzelne bedeutet. Wenn dagegen heute für die Untersuchung von Bodenproben zur Feststellung des jeweils geeigneten Düngers bzw. Kunstdüngers, oder für Tuberkuloseproben bei der Untersuchung des Rindviehs Subventionen gegeben werden, so dürfte hierfür eine besondere Berechtigung vorliegen, weil diese Untersuchungen der Allgemeinheit zugute kommen. Wenn ebenso z. B. für Trockenanlagen im Werte von 250 000 bis 300 000 DM, die für die Fütterung des Viehs und vor allem auch für die Ausdehnung des Anbaues von Hack- und Zwischenfrüchten ungeheure Vorteile bringen, Geldmittel zur Verfügung gestellt werden, so ist dies nach meiner Meinung berechtigt. Wir regen damit die Landwirtschaft zur Einführung moderner Verfahren und Maschinen an, um den Leistungseffekt pro Mann erhöhen zu helfen. Ich darf vielleicht kurz erwähnen, daß uns in dieser Beziehung die Schweden ganz erheblich voraus sind. Anlässlich einer Reise nach Schweden habe ich verschiedene statistische Angaben hierüber erhalten. In Schweden, das etwa 2000 Betriebe über 50 Hektar besitzt, wurden im Jahre 1950 6000 Schlepper gekauft. Die Schweden rechnen wesentlich mit der Leistung pro Mann. Von der Landwirtschaftlichen Hochschule wurden mir folgende Zahlen zur Verfügung gestellt:

In den Jahren 1921 bis 1924 wurden in 60 Großbetrieben Mittelschwedens 367 Arbeitsstunden pro Hektar aufgewandt, bis 1933 289 Arbeitsstunden und 1937 bis 1940 215. Der Ernteertrag pro Hektar stieg von 2000 auf 2500 Ernteeinheiten — eine Ernteeinheit = 8 kg Gerste —. Die Relativzahlen ergeben für 1937 bis 1940 sogar 213 bei einem Ansatz von 100 für die Jahre 1921 bis 1924. Gleichzeitig sind aber die Arbeitsstunden von 367 auf 215

gesenkt worden. Das hat natürlich eine Abwanderung von Arbeitskräften vom Lande zur Folge, da sie dort nicht mehr benötigt werden.

Über die Umschichtung der Bevölkerung in Schweden möchte ich Ihnen folgende Zahlen bringen:

In Schweden betrug die Einwohnerzahl im Jahre 1880 4 Millionen, davon 3 Millionen landwirtschaftliche Bevölkerung, also 75 %. Heute beträgt die Gesamtbevölkerung 7 Millionen, davon landwirtschaftliche Bevölkerung 1,8 Millionen, also 26 %. Die Abwanderung vom Lande in die Städte ist also sehr erheblich, und die schwedischen Bauern klagen heute genau so wie unsere Bauern über die Flucht vom Lande. Die Gründe für die Landflucht sind

- a) in der schlechten Behandlung
- b) in der ungenügenden Bezahlung
- c) in dem ständigen Arbeitsplatzwechsel zu finden.

Auch in Schweden ist heute noch der Lohn mit 2 Kronen pro Stunde um etwa 20 % geringer als beim gewerblichen ungelernten Arbeiter.

Die Verwirklichung der Vorschläge, wie sie Herr Professor Dencker dargelegt hat, würde bei uns der Abwanderung von Arbeitskräften vom Lande Einhalt gebieten.

Schon aus diesen Gründen wird sich die Motorisierung bei Betrieben unter 50 ha und zwischen 5 und 10 ha durchsetzen, und zwar nicht nur um das Pferd, sondern im wesentlichen auch um die Menschenarbeit zu ersetzen. Der Einsatz des Treckers bzw. des eisernen Roboters ist nicht nur auf dem Felde, sondern auch im häuslichen landwirtschaftlichen Betrieb von großer Bedeutung, um die Beförderung schwerer Lasten mit einfachen Mitteln durch Einsatz der mechanischen Kraft durchzuführen. Gerade durch die Kombination der Feld- und Hofarbeit wird das besondere Interesse für die Maschine im einzelnen geweckt. Auch ist durch die Einsparung von Arbeitskräften eine bessere Bezahlung möglich, zumal gleichzeitig eine Ertragssteigerung eintritt. Das Problem des landwirtschaftlichen Arbeitslohnes wird daher m. E. nicht so günstig über die Politik, sondern mehr über die Steigerung des Leistungseffektes pro Mann gelöst.

Regierungsrat Winter:

Ich möchte auf eine Kraftquelle hinweisen, die latent im landwirtschaftlichen Betriebe selbst vorhanden ist, das sogenannte biologische Humus- und Gasgewinnungsverfahren!

Dieses Verfahren, an sich schon seit Jahrzehnten aus der Abwasserwirtschaft bekannt, ist inzwischen für die besonderen landwirtschaftlichen Bedingungen bis zur Betriebsreife entwickelt worden und steht auf einem Mustergut in Niedersachsen seit etwa einem Jahre mit befriedigendem Erfolg in Dauerbetrieb.

Die technischen Probleme des Verfahrens, wie die Beseitigung der Schwimmdeckenbildung, die Einhaltung einer optimalen Faulraumtemperatur und die Gasgewinnung und -verwendung, können als weitgehend gelöst betrachtet werden. Einer eingehenden langjährigen Untersuchung bedarf vor allem noch die mit dem Verfahren angestrebte Veredelung des Humusdüngers sowie die endgültige Feststellung der durch das Verfahren zu erzielenden Wertsteigerung des Düngers.

Die Ministerien für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie für Wirtschaft und Verkehr beabsichtigen, gemeinsam in Nordrhein-Westfalen eine derartige Versuchsanlage in einer dem betreffenden landwirtschaftlichen Betrieb angepaßten Größe zu erstellen. Jedoch konnten Förderungskredite für dieses Projekt nicht in ausreichender Höhe bereitgestellt werden, so daß die für den Landwirt verbleibende Restfinanzierung untragbar erschien.

Die fragliche Anlage sollte auf einem Gutshof an der Niers, die hier jährlich etwa 2—3000 t Schilf antreibt, erstellt werden. Diese Treibschilfmengen sollten zusätzlich zu den Abfallprodukten des landwirtschaftlichen Betriebes in die Bihugasanlage eingebracht werden. Da der fragliche Gutsbetrieb leichten Boden und außerdem noch nicht wieder die erforderliche Anzahl von Großvieheinheiten aufweist, sollte das zusätzlich in das Verfahren eingebrachte Schilf die Humusdüngerbasis erheblich ausweiten. Der von Herrn Professor Dencker aufgezeigten Notwendigkeit, den „längsten Weg der landwirtschaftlichen Arbeit“, d. h. also, die Verarbeitung und Austragung des Düngers zu erleichtern und abzukürzen, wäre bei diesem Verfahren in idealer Weise Rechnung getragen, da 1. das Einbringen der Abfallstoffe in den Prozeß weitgehend mechanisiert, 2. aber der Humusdünger in Form der Gülle durch Beregnungsanlagen auf das Feld gebracht werden kann. Die Verwendungsmöglichkeiten des anfallenden Gases für motorische und Wärmezwecke des Gutsbetriebes sind weitgehend geklärt. Besonders für motorische Zwecke eignet sich das anfallende Faulgas mit rd. 60% Methan und einem Heizwert von 5—6000 kcal./cbm besonders gut. Erforscht werden muß vor allem, bei welchen landwirtschaftlichen Betriebsgrößen ein derartiges biologisches Gasgewinnungsverfahren wirtschaftlich einsetzbar ist.

Professor Dr. sc. pol. Walther Hoffmann:

Wie weit können auf die Dauer durch Maschinisierung in der Landwirtschaft die Produktionskosten gesenkt werden? Dabei kommt es nicht nur auf die Senkung der Kosten bei einem bestimmten Produktionsvorgang unmittelbar an, sondern auf die Verminderung der Kosten je Produkteinheit unter Anrechnung aller im Laufe eines Jahres zu berücksichtigenden Kostenelemente. Es ist zu berücksichtigen, daß in einem Kleinbetrieb mit wenig Fremdarbeit die Bewertung der Arbeitsverrichtungen durch Mensch oder Maschine eine andere ist als im Großbetrieb, der überwiegend mit Lohnarbeitern zu rechnen hat. Maschinenaufwand und -ertrag sind auch für das ganze Jahr umzulegen, da gerade der landwirtschaftliche Produktionsprozeß sich nicht kontinuierlich vollzieht, eine Reihe von Maschinen also nur einen relativ geringen Ausnutzungsgrad hat, d. h. die jährlichen Gesamtmaschinenkosten eine entsprechende Belastung darstellen, während die menschliche Arbeitskraft hinsichtlich des jahreszeitlichen Aufwandes wesentlich anpassungsfähiger ist. Sollte sich ergeben, daß durch große Maschineninvestitionen in allen landwirtschaftlichen Betrieben die Produktionskosten nicht unwesentlich gesenkt werden, bliebe nur noch zu erwägen, wie weit ein Vorteil darin bestände, daß durch die Erleichterung der Arbeit überhaupt ein Minimum an Arbeitskräften auf dem Lande gehalten werden kann.

Bei jeder zusätzlichen Investition für Maschinen oder Düngemittel oder Arbeitsleistungen wird immer zu berücksichtigen bleiben, daß, ähnlich wie im Bergbau, gewisse Grenzen für die Durchführbarkeit technischer Verbesserungen gegeben sind. Man wird also sehr kritisch zu prüfen haben, ob bei strukturell sinkendem Ertragszuwachs Investitionen größeren Umfanges überhaupt gerechtfertigt werden können. Die letzte Konsequenz wäre, daß sich die Produktionsstandorte für landwirtschaftliche Güter teilweise nach dem Auslande verlagern mit dem Ergebnis, daß durch einen Export von industriellen Fertigfabrikaten diese Agrar-Importe mit relativ geringerem Aufwand bezahlt werden können, als wenn diese Güter im eigenen Lande hergestellt werden. Diese Erwägungen gelten allerdings nur unter langfristigen Gesichtspunkten und nicht unter Berücksichtigung der strategischen Möglichkeit des Abschneidens von Auslandsbeziehungen. Insofern wäre bei der gesamten landwirtschaftlichen Investition die volkswirtschaftliche Vertretbarkeit unter lang- und kurzfristigen Gesichtspunkten zu prüfen.

Ministerialdirektor Dipl.-Ing. Leo Brandt:

Im Bundesgebiet steht uns nur eine begrenzte Bodenfläche zur Verfügung, so daß wir 50 % unserer Ernährung einführen müssen. Eine Steigerung der Eigenerzeugung in der Landwirtschaft ist daher ebenso wichtig, wie eine Steigerung des Exports. Es wäre sehr wertvoll, wenn Herr Professor Dencker über die Möglichkeiten der Leistungssteigerung durch die von ihm dargelegten Maßnahmen zahlenmäßige Angaben machen könnte, die aufzeigen, in welchem Umfange und Zeitabschnitt der Einfuhrbedarf von 50 % auf einen geringeren Prozentsatz herabgesetzt werden kann. Die Notwendigkeit einer Einfuhr von 50 % stellt für unser Volk auf die Dauer eine übermäßige Vorbelastung dar, die man mit allen Mitteln versuchen sollte, zu mildern. Herr Professor Dencker hat in seinen Ausführungen auf die besondere Bedeutung der Energie in der Landwirtschaft hingewiesen. Ebenso wie auf diesem Sektor ist in der Gesamtwirtschaft durch Einführung neuer Energieformen eine industrielle Revolutionierung durchgeführt worden. Es ist nun unumgänglich notwendig, sich über den Energiebedarf unseres Landes und die Möglichkeiten des Energieaufkommens eine klare Übersicht zu verschaffen, was leider zu wenig geschieht. So wurde mir vor etwa einem Jahr ernsthaft von den Vorschlägen zur Elektrifizierung der Bundesbahn, die bekanntlich eine erhebliche Kohleersparung mit sich bringt, abgeraten, da schon jetzt die vorhandene Kohle nicht mehr abgesetzt werden könnte. Ein Vergleich der Kohleförderung und der Steigerung des Energiebedarfs zeigt aber deutlich, daß der Energiebedarf im Bundesgebiet in absehbarer Zeit nicht voll gedeckt werden kann. Die Landwirtschaft benötigt nun als Energiequelle ihrer Dieselmotoren Öl, das ebenfalls zur Zeit nur unzureichend zur Verfügung steht. Der monatliche Bedarf an Dieselöl im Bundesgebiet beträgt etwa 150—170 000 Tonnen, während nach Mitteilungen des Bundeswirtschaftsministeriums als Reserve für den Monat Mai 1951 nur 25 000 Tonnen vorhanden sind, also etwa das Fassungsvermögen von zwei mittleren Tankern. Sollten aus irgendwelchen Gründen, auf die wir keinen Einfluß haben, diese Tanker nicht ankommen, wäre die Dieselölversorgung kurzfristig in Frage gestellt. Gerade auf dem Energiesektor scheint mir daher eine vorausschauende Planung unumgänglich notwendig zu sein.

Professor Dr.-Ing. Eugen Flegler:

Im Vortrag wurde auf die sehr verschiedenartige Entwicklung der Industrie (aus dem Handwerk) einerseits und der Landwirtschaft andererseits bzgl. der Verwendung neuzeitlicher technischer Verfahren und Hilfsmittel

hingewiesen. Weiter wurde gezeigt, daß innerhalb der deutschen Landwirtschaft (z. B. im Gegensatz zu USA) zunächst die Elektrifizierung eingesetzt hat, daß aber die Zahl der Elektromotoren in der Landwirtschaft inzwischen auch in Deutschland weitgehend von der Zahl der Verbrennungsmotoren überflügelt worden ist. Zunächst wäre hier die Frage zu erheben, ob und inwieweit diese Entwicklung vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus zu begrüßen ist. Der Verbrennungsmotor ist mit seinem Betriebsstoff in Deutschland weitgehend von den Lieferungen aus dem Ausland abhängig, während dies für die Elektromotoren nicht zutrifft. Ferner wäre zu fragen, welche Ursachen die von Ihnen angeführte technische Entwicklung der Landwirtschaft in Deutschland hat. Ich glaube, sie ist zu einem guten Teil nicht nur technisch, sondern auch menschlich begründet. Man kann immer wieder feststellen, daß bei landwirtschaftlichen Betrieben, die über einen Diesel-Motor verfügen, nicht nur der Besitzer, sondern auch die Arbeiter bis herunter zu den kaum erwachsenen Söhnen ohne weiteres mit dem Diesel-Motor umgehen und gegebenenfalls auch kleinere Instandsetzungsarbeiten allein durchführen können. Insofern hat sich die Landbevölkerung schon mit der Motorisierung vertraut gemacht. Dem Elektromotor steht sie dagegen noch wesentlich zurückhaltender gegenüber. Das kann man schon rein äußerlich an dem meist ganz unmöglichen Zustand erkennen, in dem sich die elektrischen Anlagen im Gegensatz zu dem Diesel-Motor auch in sonst gut geleiteten landwirtschaftlichen Betrieben befinden. Je mehr die Vertrautheit der Landbevölkerung auch mit der Elektrotechnik wächst, um so mehr ist wohl zu erwarten, daß sich auch die Elektrifizierung in der Landwirtschaft durchsetzen wird.

Professor Dr. med. Hugo Wilhelm Knipping:

Die Bemühungen, die Landwirtschaft weitgehend zu motorisieren, haben nicht nur ökonomisches Interesse, sondern zielen vor allem darauf hin, dem Menschen die harte, schwere Arbeit zu erleichtern, wie Herr Dencker ausführlich unterstrichen hat. Daß in der Landwirtschaft gesundheitliche Schäden durch die „Knochenarbeit“ nicht stärker in Erscheinung treten und daß wir nicht viel mehr Dekompensationen des Herzens durch die Überbeanspruchung in der Landwirtschaft sehen, ist an sich überraschend. Die Erklärung ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß durchweg vor allem mehr die muskelstarken Naturen in der Landwirtschaft bleiben und die differenzierten, zarteren zum Teil abwandern.

Es ist deshalb sicher von der größten Bedeutung, daß durch die Bestrebungen von Herrn Dencker nunmehr auch die Mittel- und Kleinstbetriebe eine Erleichterung im Zuge der Motorisierung erfahren und daß so sicher wertvolles Menschenmaterial der Landwirtschaft erhalten bleibt — und nicht wie bisher — abwandern muß.

Im einzelnen wird auf eine soeben in der Münchener Medizinischen Wochenschrift erschienene Publikation zu diesem Thema aus unserem Arbeitskreis verwiesen. (Überbeanspruchung des Menschen und die Konsequenzen der Überbeanspruchung, vor allem für das Herz.)

Professor Dr. Burckhardt Helferich:

Die Mittel, die heute für die Forschung, d. h. auch für die Hochschulinstitute, ausgegeben werden, dürfen nicht als entbehrliche Ausgaben betrachtet werden. Sie sind das Saatgut für die nächsten Jahre und Jahrzehnte, das notwendig ist, um Ernten auf wissenschaftlichen und wissenschaftlich-technischen Gebieten zu sichern. Bei der Sicherung des Saatgutes bei irgendeinem landwirtschaftlichen Betrieb beruft man sich auch nicht auf die finanzielle Notzeit. Ein Großbetrieb, dem es gut geht, muß genau so wie ein Betrieb, dem es schlecht geht, die nötigen Saatkartoffeln zurückbehalten, auch dann, wenn die Not dadurch zunächst steigt. Wer das nicht tut, mit dem ist es auch zu Ende. Die Erkenntnis, wie ernst diese Situation ist, muß im ganzen Lande und vor allem bei allen entscheidenden Stellen wachsen. Was heute als laufende, nicht zweckgebundene Mittel, als Saatgut, den naturwissenschaftlichen Hochschul-Instituten zur Verfügung steht, reicht, um im Bilde zu bleiben, nicht einmal für die eigene Ernährung aus, geschweige denn für die Möglichkeit, von der Ernte an andere abzugeben.

Professor Dr.-Ing. Carl Heinrich Dencker:

Meine kritischen Bemerkungen zu der negativen Wirkung von Subventionen beziehen sich auf die Maßnahmen des Reichsnährstandes, der 120 Millionen Mark als Subventionen ausgegeben hat. Es waren nur Geschenke an einzelne, die keinerlei über den Kreis der Empfänger hinausgehende Breitenwirkung hatten. Wir müssen aber versuchen, wie es jetzt durch die Maßnahmen Ihres Ministerium, Herr Minister, geschieht, mit den öffentlichen Mitteln eine Initialzündung auszulösen, wie es bei der Zinsverbilligung der Fall ist, mit dem Ziel einer möglichst großen Breitenwirkung.

Die Bihugasanlage des Herrn Ferdinand Schmidt in Verden wurde erstmalig von ihm bis zur Betriebsreife durchgebildet; hier können Stallmist sowie alle organischen Abfälle eines landwirtschaftlichen Betriebes laufend verarbeitet werden. Etwa 20—25 % des C-Gehaltes werden durch die Vergasung herausgeholt und in Methangas für Haushaltszwecke und Schlepperbetrieb verwandelt. Früher verpuffte dieser Kohlenstoff auf dem Stallmisthaufen als CO_2 in die Luft. Erstaunlicherweise haben gründliche Untersuchungen gezeigt, daß das Restprodukt, das als Schlamm aus der Anlage herauskommt, in seinem Düngewert nicht schlechter, sondern eher sogar etwas besser ist als normal vergorener Stallmist. Die Erstellung solcher Anlagen ist weniger eine Rentabilitätsfrage als vielmehr eine Kapitalfrage, da eine mittlere Anlage der bisherigen Art bereits rund 100 000 Mark kostet.

Über die Ausnutzung der von der Sonne einstrahlenden Urenergie möchte ich mir erlauben, noch einige vergleichende Zahlen über Urerzeugung und Vorratsverzehr von Energie in Industrie und Landwirtschaft hinzuzufügen, die ich vor dem Kriege einmal für einen Vortrag vor dem VDI zusammengetragen habe. Danach betrug für ein mittleres Vorkriegsjahr der Vorratsverzehr der Industrie allein an Stein- und Braunkohle rund 1300—1400 Billionen Cal. gegenüber einer Urerzeugung durch Wasserkraft von nur rund 10 Billionen Cal. Demgegenüber stand die laufende Urerzeugung der Landwirtschaft mit jährlich 185 Billionen Cal.

Die Frage, ob eine Kostensenkung in der landwirtschaftlichen Produktion durch Mechanisierung möglich sei, kann man im allgemeinen verneinen. Zwar ist durch eine sinnvolle Mechanisierung eine Steigerung der Welterzeugung pro Kopf möglich, aber diesen Gewinn brauchen wir dringend zu einer Steigerung des Werteverzehrs pro Kopf, um die soziale Kluft zwischen Stadt und Land auszufüllen. Wir können also diesen Gewinn nicht ein zweites Mal ausgeben zur Verbilligung der Produktion. Es hat sich auch weder bei uns im letzten Vierteljahrhundert mit der rasch fortschreitenden Mechanisierung noch im Ausland mit seiner teilweise noch weiter fortgeschrittenen Mechanisierung irgendein Anzeichen für eine Verbilligung der Produktion durch Mechanisierung gezeigt. Daß im übrigen die Mechanisierung der Landarbeit zu einer Verringerung der landwirtschaftlichen Bevölkerung führt, stimmt zweifellos. Sie betrifft aber nicht den eigentlichen Kern der Landbevölkerung, sondern die beträchtliche Zahl von Menschen, die auf dem Lande keine volle Existenz haben und infolgedessen bei Konjunktur- und Depressionszeiten zwischen dem Lande und der Stadt hin und her fluktuieren. — Eine richtige Mechanisierung der Landwirtschaft führt aber neben

einer gesteigerten Pro-Kopf-Erzeugung auch zu einer Erhöhung der Gesamtproduktion, so daß der Tauschprozeß Industrierzeugnisse gegen Nahrungsmittel, der jetzt noch zu mehr als 40 % im Ausland geschlossen werden muß, mehr und mehr auf das Inland verlagert wird und dazu beiträgt, den Lebensstandard der inländischen Landwirtschaft zu steigern.

Wichtig ist das Problem des Pferdeersatzes durch Schlepper. Oder klarer ausgedrückt, der Pferdeabschaffung. Wir haben nach dem Kriege für das heutige Bundesgebiet eine Untersuchung über die wirtschaftlichen Folgerungen einer Motorisierung der Landwirtschaft angestellt und sind dabei zu dem Ergebnis gekommen, daß bei dem gegenwärtigen Stand der Motorisierung rund 2 Millionen Tonnen Getreidewerte und nach Abschluß der Motorisierung in etwa 6—8 Jahren rund 4 Millionen Tonnen Getreidewerte mehr erzeugt werden können als in einer nicht motorisierten Landwirtschaft. Das setzt aber voraus, daß die vom Schlepper freigemachten Pferde auch tatsächlich abgeschafft werden. Das ist leider bisher nur in geringem Umfange geschehen. Hieran sind in erster Linie die völlig unverständlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen auf dem Mineralölgebiet schuld, die bis in die jüngste Zeit hinein den Bauern mit der Brennstoffzuteilung zu knapp hielten. Man kann es dem Bauern nicht verdenken, daß er sich scheut, Pferde wegzugeben, wenn er nicht weiß, ob er im nächsten Monat den Brennstoff für die Bestellung oder Ernte zur Verfügung hat. Es ist dringend erforderlich, daß die Landwirtschaft das sichere Gefühl hat, auch in Zeiten wirtschaftlicher Schwierigkeiten mit Brennstoff sicher versorgt zu sein. Der Brennstoffbedarf liegt zur Zeit bei etwa 300 000 Tonnen Dieselmotorkraftstoff im Jahr und wird im Laufe der nächsten Jahre ansteigen bis auf einen Endwert in der Größenordnung von 5—600 000 Tonnen. Wir haben in unseren damaligen Berechnungen auch den Devisenbedarf hierfür ausgerechnet und in Vergleich gestellt zu der Devisenersparnis für die durch die Motorisierung verringerten Lebensmitteleinfuhren. Das Ergebnis ergab ein Verhältnis von 1 : 20 bis 1 : 40 zugunsten der Motorisierung, d. h. es wären sehr viel mehr Devisen zur Lebensmitteleinfuhr erforderlich, als für Mineralöl aufgewendet werden muß. Etwas ähnliches gilt für den Schiffsraum, der in kritischen Zeiten eine entscheidende Rolle spielen kann. Hier ist das Verhältnis etwa 1 : 10 zugunsten der Motorisierung, d. h. mit einer Schiffsladung Brennstoff von 10 000 Tonnen können 100 000 Tonnen Lebensmittel im Lande mehr erzeugt werden, die andernfalls eingeführt werden müssen. Allerdings wird man Getreideschiffe und Tankschiffe nicht einfach gegeneinander vertauschen können, und es kann der Fall eintreten, daß nicht der Schiffsraum

an sich, sondern die Zahl der überhaupt verfügbaren Tanker entscheidend ist. Interessant ist, daß einige Länder eine dezentralisierte Vorratswirtschaft eingeleitet haben, indem sie den Bauern draußen im Lande eine Einlagerung von Brennstoff in Jauchefässern empfehlen.

Die Ausführungen von Herrn Ministerialdirektor Brandt über die gesteigerten Einsatzmöglichkeiten von elektrischer Energie möchte ich nachdrücklich unterstützen.. Wir haben vor dem Kriege durch Einrichtung einiger voll elektrifizierter Dörfer ermittelt, daß der Übergang zur Elektrowärme eine Steigerung des Stromverbrauches auf das 5—6fache zur Folge hat. Durch die Kohlenknappheit im Kriege und vor allem nach dem Kriege ist die ganze Propaganda zum Abstoppen gekommen, was sehr bedauerlich ist, da die Elektroküche das wirksamste Mittel zu der so dringend notwendigen Erleichterung der ländlichen Frauenarbeit darstellt.

VERÖFFENTLICHUNGEN
DER ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR FORSCHUNG
DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN

Bisher sind erschienen:

H e f t 1

- Prof. Dr.-Ing. Friedrich *Seewald*, *Technische Hochschule Aachen*
Neue Entwicklungen auf dem Gebiete der Antriebsmaschinen
- Prof. Dr.-Ing. Friedrich A. F. *Schmidt*, *Technische Hochschule Aachen*
Technischer Stand und Zukunftsaussichten der Verbrennungsmaschinen, insbesondere der Gasturbinen
- Dr.-Ing. R. *Friedrich*, *Siemens-Schuckert-Werke, AG., Mülheimer Werk*
Möglichkeiten und Voraussetzungen der industriellen Verwertung der Gasturbine
52 Seiten, 15 Abbildungen, kartoniert, DM 4,25

H e f t 2

- Prof. Dr.-Ing. Wolfgang *Riezler*, *Universität Bonn*
Probleme der Kernphysik
- Prof. Dr. phil. Fritz *Micheel*, *Universität Münster*
Isotope als Forschungsmittel in der Chemie und Biochemie
40 Seiten, 10 Abbildungen, kartoniert, DM 3,20

H e f t 3

- Prof. Dr. med. Emil *Lehnartz*, *Universität Münster*
Der Chemismus der Mukselmaschine
- Prof. Dr. med. Gunther *Lehmann*, *Direktor des Max-Planck-Instituts für Arbeitsphysiologie, Dortmund*
Physiologische Forschung als Voraussetzung der Bestgestaltung der menschlichen Arbeit
- Prof. Dr. Heinrich *Kraut*, *Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie, Dortmund*
Ernährung und Leistungsfähigkeit
60 Seiten, 35 Abbildungen, kartoniert, DM 5,—

H e f t 4

Prof. Dr. Franz *Wever*, *Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf*
Aufgaben der Eisenforschung

Prof. Dr.-Ing. Hermann *Schenck*, *Technische Hochschule Aachen*
Entwicklungslinien des deutschen Eisenhüttenwesens

Prof. Dr.-Ing. Max *Haas*, *Technische Hochschule Aachen*
Wirtschaftliche Bedeutung der Leichtmetalle und ihre Entwicklungsmöglichkeiten
60 Seiten, 20 Abbildungen, kartoniert, DM 6,—

H e f t 5

Prof. Dr. med. Walter *Kikuth*, *Medizinische Akademie, Düsseldorf*
Virusforschung

Prof. Dr. Rolf *Danneel*, *Universität Bonn*
Fortschritte der Krebsforschung

Prof. Dr. med., Dr. phil. W. *Schulemann*, *Universität Bonn*
Wirtschaftliche und organisatorische Gesichtspunkte für die Verbesserung unserer
Hochschulforschung
50 Seiten, 2 Abbildungen, kartoniert, DM 4,—

H e f t 8

Prof. Dr.-Ing. Wilhelm *Fucks*, *Technische Hochschule Aachen*
Die Naturwissenschaft, die Technik und der Mensch

Prof. Dr. sc. pol. Walther *Hoffmann*, *Universität Münster*
Wissenschaftliche und soziologische Probleme des technischen Fortschritts
84 Seiten, 12 Abbildungen, kartoniert, DM 6,50

H e f t 12

Dr. Hermann *Rathert*, *Mitglied des Vorstandes der Vereinigte Glanzstoff-Fabriken A. G.,
Wuppertal-Elberfeld*
Entwicklung auf dem Gebiet der Chemiefaser-Herstellung

Prof. Dr. Wilhelm *Weltzien*, *Direktor der Textilforschungsanstalt Krefeld*
Rohstoff und Veredlung in der Textilwirtschaft
84 Seiten, 29 Abbildungen, kartoniert, DM 7,—

H e f t 13

Dr.-Ing. E. h. Karl *Herz*, *Chefingenieur im Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen, Frankfurt a. M.*

Die technischen Entwicklungstendenzen im elektrischen Nachrichtenwesen

Ministerialdirektor Prof. Leo *Brandt*, *Düsseldorf*

Navigation und Luftsicherung

102 Seiten, 97 Abbildungen, kartoniert, DM 9,75

H e f t 14

Prof. Dr. Burckhardt *Helferich*, *Universität Bonn*

Stand der Enzymchemie und ihre Bedeutung

Prof. Dr. med. Hugo Wilhelm *Knipping*, *Direktor der Med. Universitätsklinik Köln*

Ausschnitt aus der klinischen Carcinomforschung am Beispiel des Lungenkrebses

72 Seiten, 12 Abbildungen, kartoniert, DM 6,25

H e f t 15

Prof. Dr. Abraham *Esau*, *Technische Hochschule Aachen*

Ortung mit elektrischen und Ultraschallwellen in Technik und Natur

Prof. Dr.-Ing. Eugen *Flegler*, *Technische Hochschule Aachen*

Die ferromagnetischen Werkstoffe der Elektrotechnik und ihre neueste Entwicklung

84 Seiten, 25 Abbildungen, kartoniert, DM 6,25

H e f t 16

Prof. Dr. rer. pol. Rudolf *Seyffert*, *Universität Köln*

Die Problematik der Distribution

Prof. Dr. rer. pol. Theodor *Beste*, *Universität Köln*

Der Leistungslohn

70 Seiten, 1 Abbildung, kartoniert, DM 4,50

H e f t 17

Prof. Dr.-Ing. Friedrich *Seewald*, *Technische Hochschule Aachen*

Luftfahrtforschung in Deutschland und ihre Bedeutung für die allgemeine Technik

Prof. Dr.-Ing. Edouard *Houdremont*, *Essen*

Art und Organisation der Forschung in einem Industrieforschungsinstitut der Eisenindustrie

90 Seiten, 4 Abbildungen, kartoniert, DM 5,50

H e f t 18

Prof. Dr. med., Dr. phil. W. *Schulemann*, *Universität Bonn*
Theorie und Praxis pharmakologischer Forschung

Prof. Dr. Wilhelm *Groth*, *Universität Bonn*
Technische Verfahren zur Isotopentrennung

72 Seiten, 17 Abbildungen, kartoniert, DM 5,—

H e f t 19

Dipl.-Ing. Kurt *Traenckner*, *Stellvertr. Vorstandsmitglied der Ruhrgas-AG., Essen*
Entwicklungstendenzen der Gaserzeugung

26 Seiten, 12 Abbildungen, kartoniert, DM 2,50

H e f t 20

M. *Zvegintzov*, *Wissenschaftliche Forschung und die Auswertung ihrer Ergebnisse*
Ziel und Tätigkeit der National Research Development Corporation

Dr. Alexander *King*, *Department of Scientific & Industrial Research, London*
Wissenschaft und internationale Beziehungen

88 Seiten, kartoniert, DM 4,60

H e f t 21 a

Prof. Dr. h. c. Dr. Otto *Hahn*, *Präs. der Max-Planck-Ges., Göttingen*
Die Bedeutung der Grundlagenforschung für die Wissenschaft

Prof. Dr. Siegfried *Strugger*, *Universität Münster*
Die Erforschung des Wasser- und Nährsalztransportes im Pflanzenkörper mit Hilfe
der fluoreszenzmikroskopischen Kinematographie

74 Seiten, 26 Abbildungen, kartoniert, DM 5,80

H e f t 22

Prof. Dr. Johannes von *Allesch*, *Universität Göttingen*
Die Bedeutung der Psychologie im öffentlichen Leben

Prof. Dr. med. Otto *Graf*, *Max-Planck-Institut, Dortmund*
Triebfedern menschlicher Leistung

80 Seiten, 19 Abbildungen, kartoniert, DM 4,80

H e f t 23

Prof. Dr. phil. Dr. jur. h. c. Bruno *Kuske*, *Universität Köln*
Probleme der Raumforschung

Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. S. *Prager*, *Düsseldorf*
Städtebau und Landesplanung

84 Seiten, kartoniert

H e f t 24

Prof. Dr. Rolf *Danneel*, *Universität Bonn*

Über die Wirkungsweise der Erbfaktoren

Prof. Dr. K. *Herzog*, *Krefeld*

Bewegungsbedarf der menschlichen Gliedmaßengelenke bei der Berufsarbeit

76 Seiten, 18 Abbildungen, kartoniert, DM 4,80

H e f t 25

Prof. Dr. Otto *Haxel*, *Universität Heidelberg*

Energiegewinnung aus Kernprozessen

Dr.-Ing. Dr. jur. Max *Wolf*, *Düsseldorf*

Gegenwartsprobleme der energiewirtschaftlichen Forschung

98 Seiten, 27 Abbildungen, kartoniert, DM 6,25

H e f t 26

Prof. Dr. *Friedrich Becker*, *Universität Bonn*

Ultrakurzwellenstrahlung aus dem Weltraum

Dr. H. *Straßl*, *Universität Bonn*

Bemerkenswerte Doppelsterne und das Problem der Sternentwicklung

75 Seiten, 8 Abbildungen, kartoniert

H e f t 32

Prof. Dr. Hans *Braun*, *Universität Bonn*

Die Verschleppung von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen über die Welt

Prof. Dr. Wilhelm *Rudorf*, *Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Voldagsen*

Der Beitrag von Genetik und Züchtung zur Bekämpfung von Viruskrankheiten der Nutzpflanzen

88 Seiten, 36 Abbildungen, kartoniert, DM 6,75

In Vorbereitung sind:

H e f t 21

Prof. Dr. phil. Robert *Schwarz*, *Aachen*

Wesen und Bedeutung der Silicium-Chemie

Prof. Dr. Kurt *Alder*, *Universität Köln*

Fortschritte in der Synthese von Kohlenstoffverbindungen

H e f t 27

Prof. Dr. Heinrich *Behnke*, *Universität Münster*

Der Strukturwandel der Mathematik in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts

Prof. Dr. E. *Sperner*, *Bonn*

Eine mathematische Analyse der Luftdruckverteilungen in großen Gebieten

H e f t 28

Prof. Dr. Otto *Niemczyk*, *Aachen*

Die Problematik gebirgsmechanischer Vorgänge im Steinkohlenbergbau

Prof. Dr. Wilhelm *Abrens*, *Krefeld*

Die Bedeutung geologischer Forschung für die Wirtschaft besonders in Nordrhein-Westfalen

H e f t 29

Prof. Dr. Bernhard *Rensch*, *Universität Münster*

Das Problem der Residuen bei Lernleistungen

Prof. Dr. Hermann *Fink*, *Universität Köln*

Über Leberschäden bei der Bestimmung des biologischen Wertes verschiedener Eiweiße von Mikroorganismen

H e f t 30

Prof. Dr.-Ing. Friedrich *Seewald*, *Technische Hochschule Aachen*

Forschungen auf dem Gebiete der Aerodynamik

Prof. Dr.-Ing. Karl *Leist*, *Technische Hochschule Aachen*

Forschungen in der Gasturbinentechnik

H e f t 31

Direktor Dr. F. *Mietzsch*, *Wuppertal*

Chemie und wirtschaftliche Bedeutung der Sulfonamide

Professor Dr. G. *Domagk*, *Wuppertal*

Therapeutische Bedeutung der Sulfonamide

H e f t 33

Prof. Dr.-Ing. V. *Aschoff*, *Aachen*

Probleme der elektroakustischen Einkanalübertragung

Prof. Dr.-Ing. H. *Döring*, *Aachen*

Erzeugung und Verstärkung von Mikrowellen

H e f t 34

Geheimrat Prof. Dr. Rudolf *Schenck*, *Aachen*

Bedingungen und Gang der Kohlenhydratsynthese im Licht

Prof. Dr. Emil *Lehnartz*, *Universität Münster*

Die Endstufen des Stoffabbaus im Organismus

H e f t 35

- Prof. Dr.-Ing. H. *Schenck*, *Aachen*
Gegenwartsprobleme der Eisenindustrie in Deutschland
Prof. Dr.-Ing. E. *Piwowsky*, *Aachen*
Gelöste und ungelöste Probleme des Gießereiwesens

H e f t 36

- Prof. Dr. W. *Riezler*, *Bonn*
Teilchenbeschleuniger
Prof. Dr. med. G. *Schubert*
Anwendung neuer Strahlenquellen in der Krebstherapie

H e f t 37

- Prof. Dr. F. *Lotze*, *Münster*
Probleme der Gebirgsbildung
Bergwerksdirektor Bergassessor a. D. *Rauschenbach*, *Essen*
Die Erhaltung der Förderungskapazität des Ruhrbergbaues auf lange Sicht

H e f t 38

- Dr. E. C. *Cherry*, D. Sc., A.M.I.E.E., *London*
Cybernetics
Prof. Dr. E. *Pietsch*, *Clausthal-Zellerfeld*
Dokumentation und mechanisches Gedächtnis — zur Frage der Ökonomie der geistigen Arbeit

H e f t 39

- Dr. H. *Haase*, *Hamburg*
Infrarot und seine technischen Anwendungen
Prof. Dr. A. *Esau*, *Aachen*
Die Bedeutung des Ultraschalls für technische Anwendungsgebiete

GEISTESWISSENSCHAFTEN

Bisher sind erschienen:

H e f t 1

- Prof. Dr. *Richter*, *Bonn*
Die Bedeutung der Geisteswissenschaften für die Bildung unserer Zeit
Prof. Dr. J. *Ritter*, *Münster*
Die aristotelische Lehre vom Ursprung und Sinn der Theorie
64 Seiten, kartoniert, DM 3,50

H e f t 2

Prof. Dr. J. Kroll, Köln
Elysium

Prof. Dr. G. Jachmann, Köln
Die vierte Ekloge Vergils

72 Seiten, kartoniert, DM 3,75

H e f t 3

Prof. Dr. H. E. Stier, Münster
Die klassische Demokratie

100 Seiten, kartoniert, DM 6,—

H e f t 5

Prof. Dr. Th. Ohm, Münster
Stammesreligionen im südlichen Tanganyika-Territorium

80 Seiten, 25 zum Teil mehrfarbige Abbildungen, kartoniert, DM 11,50

H e f t 7

Prof. Dr. W. Holtzmann, Bonn
Das mittelalterliche Imperium und die werdenden Nationen
28 Seiten, kartoniert, DM 2,50

H e f t 8

Prof. Dr. W. Caskel, Köln
Die Bedeutung der Beduinen in der Geschichte der Araber

44 Seiten, kartoniert DM 2,75

H e f t 13

Prof. Dr. Max Braubach, Bonn
Der Weg zum 20. Juli 1944 — Ein Forschungsbericht

48 Seiten, kartoniert, DM 3,25

H e f t 15

Prof. Dr. Franz Steinbach, Bonn
Der geschichtliche Weg des wirtschaftenden Menschen in die soziale Freiheit
und politische Verantwortung

76 Seiten, kartoniert

H e f t 17

Prof. Dr. James Conant, US-Hochkommissar für Deutschland
Staatsbürger und Wissenschaftler

Prof. Dr. D. Karl H. Rengstorf, Universität Münster
Antike und Christentum

48 Seiten, kartoniert, DM 3,50

H e f t 21

Prof. Dr. Martin Noth, Bonn

Das Geschichtsverständnis der alttestamentlichen Apokalyptik

36 Seiten, kartoniert, DM 2,20

In Vorbereitung sind:

H e f t 4

Prof. Dr. W. Caspel, Köln

Lihjan und Lihjanisch. Sprache und Kultur eines früharabischen Königreiches

H e f t 6

Prälat Prof. Dr. G. Schreiber, Münster

Deutsche Wissenschaftspolitik von Bismarck bis zum Atomphysiker Otto Hahn

H e f t 9

Prälat Prof. Dr. G. Schreiber, Münster

Iroschottische und angelsächsische Kultureinflüsse im Mittelalter

H e f t 10

Prof. Dr. P. Rassow, Köln

Forschungen zur Reichsidee im 16. und 17. Jahrhundert

H e f t 11

Prof. Dr. H. E. Stier, Münster

Roms Aufstieg zur Weltherrschaft

H e f t 12

Prof. Dr. D. K. H. Rengstorf, Münster

Zum Problem der Gleichberechtigung zwischen Mann und Frau auf dem Boden des Urchristentums

Prof. Dr. H. Conrad, Bonn

Grundprobleme einer Reform des Familienrechts

H e f t 14

Prof. Dr. Paul Hübinger, Münster

Das deutsch-französische Verhältnis und seine mittelalterlichen Grundlagen

H e f t 16

Prof. Dr. Josef Koch, Köln

Die Ars coniecturalis des Nikolaus von Cues

H e f t 18

Prof. Dr. Richard *Alewyn*, *Köln*
Klopstocks Publikum

H e f t 19

Prof. Dr. Fritz *Schalk*, *Köln*
Das Lächerliche in der französischen Literatur des Ancien Régime

H e f t 22

Prof. Dr. Walter *Schirmer*, *Bonn*
Mittelalterliches Erbe in Shakespeares Historien

H e f t 23

Prof. Dr. Günther *Jachmann*, *Köln*
Der homerische Schiffskatalog und die Ilias

H e f t 24

Prof. Dr. Theodor *Klauser*, *Bonn*
Die römischen Petrustraditionen im Lichte der neuen Ausgrabungen unter der
Peterskirche

H e f t 25

Prof. Dr. Hans *Peters*, *Köln*
Der Grundsatz der Gewaltentrennung in heutiger Sicht